



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Juho Päivinen

# Laitekäyttöprosessin nopeuttaminen alueparannusten avulla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

14.10.2019

Tekijä Otsikko	Juho Päivinen Laitekäyttöprosessin nopeuttaminen alueparannusten avulla
Sivumäärä Aika	36 sivua + 2 liitettä 13.9.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Eero Kupila kehityspäällikkö Marko Räsänen
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa projekti, jonka tavoitteena oli parantaa automaatiojärjestelmän laitekäyttöprosessin sekä materiaalivirran kannalta merkittävää aluetta Inex Partners Oy:n rakennuttamassa päivittäistavaran logistiikkakeskuksessa.</p> <p>Opinnäytetyössä käydään läpi mainitun alueen alueparannusprojektin suunnittelu- ja toteutusvaiheet sekä tutustutaan alueen aikaisempaan tilanteeseen laitekäyttöprosessin ja materiaalivirran näkökulmasta. Työssä tutkitaan myös alueparannusten tuomaa vaikutusta alueen laitekäyttöprosessiin ja materiaalivirtaan.</p> <p>Projektin pääasiallisena kohteena oli laitoksen osa-alue, jossa automatisoidut tulostimet lisäävät osoitetarrat laitoksen osa-alueelta lähteviin lähetyksiin.</p> <p>Opinnäytetyö aloitettiin selvittämällä mainitun alueen hidasteet laitekäyttöprosessin ja alueparannuksen näkökulmasta. Selvityksen avulla voitiin kartoittaa alueen suurimmiksi hidasteiksi alueella olevien lavakuljettimien ylikulkuväylien sijoittelu sekä automatisoitujen tulostimien uudelleenkäynnistäminen vikatilanteiden ja huoltojen jälkeen.</p> <p>Alueen aikaisempien ja uusien ylikulkuväylien sijainnit suunniteltiin AutoCAD Architecture -ohjelmalla. Automatisoitujen tulostimien huoltamista ja uudelleenkäynnistämistä varten suunniteltiin uusi ohjauspaneeli, jolla laitekäyttäjä pystyi yhdestä paikasta operoimaan alueen tulostimia. Uusi tulostimien ohjauspaneeli suunniteltiin AutoCAD Architecture- ja MagiCAD ohjelmistoilla. Alueparannuksessa mainitulle alueelle myös sijoiteltiin valomajakkoita indikoimaan tulostinalueen vikoja alueella työskenteleville operaattoreille. Projektin yhteydessä alueelle tehtiin myös turvallisuuskartoitus tehtyjen muutosten osalta.</p> <p>Alueparannusprojekti sisälsi kokonaisuudessaan parannusten suunnittelun sekä toteutuksen rakentamisen niin mekaanisesti kuin sähköisesti. Projektin lopputuloksena saatiin vähennettyä laitekäyttöprosessissa kuluvaa aikaa huomattavasti, jonka seurauksena alueen materiaalivirtaa pystyttiin parantamaan laitevikojen kestojen lyhentyessä.</p>	
Avainsanat	operointi, alueparannus, laitekäyttöprosessi

Author Title Number of Pages Date	Juho Päivinen Speeding up the Equipment Operation Process with Area Improvements 36 pages + 2 appendices 31 August 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation engineering
Professional Major	Electrical power Engineering
Instructors	Eero Kupila, Senior Lecturer Marko Räsänen, Continuous improvement manager
<p>The purpose of this thesis study was to design and execute a project, which is aimed to improve the equipment operation process and material flow in an area critical to the automation system inside the grocery logistics center built by Inex Partners Oy.</p> <p>This thesis goes through the planning and the implementation stages of the area improvement project, also viewing the past situation of the target area from the point of view of the equipment operation process and material flow. After describing the execution of the area improvement project, the effects of the project on the target area's equipment operating process and material flow are investigated. The main focus of the project was an area inside the logistics center, where automated printers add address labels to ready to be shipped deliveries.</p> <p>The thesis study was initiated by examining the slowdowns of the target area from the point of view of the equipment operation process and area improvements. With the help of the examination, it was possible to map out the source of these slowdowns. The conveyor overpasses in the area were one of the area's major slowdowns, as well as the process of restarting the automated printers after failures or maintenance.</p> <p>The location of previous and new conveyor overpasses of the area were designed with AutoCAD Architecture software. A new control panel was designed to be used for maintenance and the restart process of automated printers, enabling the equipment operator to operate all of the printers on the area from a single location. The new printer control panel was designed with AutoCAD Architecture and with MagiCAD software. Light beacons were also installed in the target area as a part of the project, to indicate printer faults to equipment operators working in the area. The project also included a safety investigation considering the changes made.</p> <p>The area improvement project included the planning of the improvements, as well as the construction and implementation of the solutions both mechanically and electronically. As the result of this project, time consumed by the device operating process is reduced noticeably. This also affected the material flow of the area in a positive manner.</p>	
Keywords	operating, area improvement, equipment operating process

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Automatisoitu tulostinalue	3
2.1	Alueen laitteet	3
2.2	Automatisoitujen tulostimien edut	5
3	Alueparannustyön suunnittelu	6
3.1	Tulostinalueen aikaisempi tilanne	6
3.2	Alueen tavoiteltu tilanne	8
3.2.1	Ylikulkuväylien sijoittelu	8
3.2.2	Tulostimien uusi ohjauspaneeli	9
3.2.3	Tulostimien vikatilanteita indikoivat valomajakat	13
3.3	Tarvittavien osien selvittäminen ja hankkiminen	15
4	Alueparannustyön suorittaminen	16
4.1	Ohjauspaneelin esikasa	17
4.1.1	Jalusta ja kiinnityslevyt	17
4.1.2	Kotelon valmistelu	20
4.1.3	Kokonaisuuden kasaaminen	22
4.2	Uuden ohjauspaneelin asentaminen	24
4.3	Ylikulkuväylien asentaminen	25
4.4	Valomajakoiden asentaminen	27
4.5	Logiikan ohjelmointi	28
4.6	Turvallisuus	30
4.7	Sähkökuvien päivitys	31
4.8	Käyttöönotto	31
5	Alueparannustyön tuomat muutokset	32
6	Yhteenveto	35
	Lähteet	36

## Liitteet

Liite 1. Kokonaiskuva tulostinalueesta alueparannusprojektin jälkeen

Liite 2. Kokonaiskuva uudesta ohjauspaneelistä

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella, toteuttaa ja dokumentoida alueparannusprojekti, jonka tavoitteena oli parantaa Sipoossa sijaitsevan Inex Partners Oy:n automatisoidun logistiikkakeskuksen tiettyä osa-aluetta, jossa automatisoidut tulostimet lisäävät automaatiojärjestelmässä kerättyihin lähetyksiin osoitetarrat. Tämä alueparannusprojekti toteutettiin Witron On Site Servicen toimeksiannosta.

Inex Partners Oy on Suomen Osuuskauppojen Keskuskunnan (SOK) omistama logistiikkayhtiö, jonka tehtävänä on tuottaa varastointi-, kuljetus ja muut logistiikkapalvelut S-ryhmän päivittäis- ja käyttötavaraketjuille. Witron on yksi maailman johtavista innovatiivisten ja täysautomatoitujen logistiikkajärjestelmien toimittajista, joka tarjoaa asiakkailleen laitteiston lisäksi asennuksen, kunnossapidon, ohjelmoinnin ja tarvittaessa myös operoinnin.

Alueparannusprojektin päätarkoituksena oli selvittää tulostinalueen suurimmat laitekäyttöprosessin hidasteet sekä suunnitella, toteuttaa ja dokumentoida ratkaisut prosessin nopeuttamiseksi. Projektin avulla pyrittiin laitekäyttöprosessin nopeutumisen kautta vaikuttaa myös kohdealueen materiaalivirtaan sekä tulostimien laitevikojen kestoon.

Alueparannusprojektin aika selvitettiin, että tulostinalueen suurimmat hidasteet olivat tulostimien käynnistysprosessi vikatilanteiden ja huoltojen jälkeen sekä alueella olevien lavakuljettimien ylikulkuväylien sijoittelu. Tulostinalueen laitekäyttöprosessissa eniten aikaa kului alueella liikkumiseen. Laitekäyttäjän täytyi tulostimia operoidakseen liikkua alueen paikallisen ohjausryhmän paneelin sekä tulostimien omien ohjauspaneelien välillä useita kertoja saadakseen laitteet takaisin automaattitilaan.

Projektin suunnitteluvaiheessa alueen suurimmat hidasteet kartoitettiin laitekäyttöprosessin, materiaalivirran ja alueparannuksen näkökulmasta. Projektin suunnitteluvaiheessa suoritettiin tutkimustyö, jossa tutustuttiin automaatiolaitteistosta kerättyyn dataan sekä kerättiin tulostinalueella toimivilta laitekäyttäjiltä sekä kunnossapitoasentajilta palautetta alueen suurimmista hidasteista ja ongelmista.

Tehdyn tutkimustyön, omavaraisen tulkinnan sekä saadun palautteen perusteella voitiin alkaa kehittämään ratkaisuja hidasteiden ja ongelmien hoitamiseksi.

Hidasteiden ja ongelmien ratkaisemiseksi määriteltiin uuden ohjauspaneelin toteuttaminen sekä olemassa olevien ylikulkuväylien uudelleen sijoittelu ja uuden ylikulkuväylän lisääminen.

Alueparannusprojektin myös yhtenä tavoitteena hyödyntää sekä uusiokäyttää projektin aikana vapautuvat komponentit, tällä tavoiteltiin kustannuksissa säästämistä vaikuttamatta kuitenkaan laatuun negatiivisesti.

Laitekäyttöprosessilla tarkoitetaan tapahtumien ketjua, joka tulostinalueen laitekäyttäjän täytyy suorittaa joka kerta, kun alueen automaatiolaitteet vaativat laitekäyttäjän toimenpiteitä.

Materiaalivirralla viitataan tässä opinnäytetyössä tulostinalueen läpi kulkevaan lavalii-kenteeseen ja sen volyymiin.

Alueparannusprojektilla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä projektia, jossa tulostinalue otetaan huomioon kokonaisuudessaan, eikä vain jotain sen tiettyä osa-aluetta tai yksityiskohtaa. Alueparannusprojektilla tarkoitetaan myös tulostinalueen ongelmien ja hidasteiden huomioimista kokonaisuudessaan sekä niiden ratkaisujen suunnittelemista, toteuttamista ja dokumentoimista.

## 2 Automatisoitu tulostinalue

Inex Partners Oy:n automatisoidussa logistiikkajärjestelmässä on osa-alueena tulostinalue, jossa automatisoidut tulostimet lisäävät laitoksen tietyltä alueelta lähteviin lähetuksiin osoitetarrat. Logistiikkajärjestelmässä kerättyjen lähetysten viimeiset käsittelyt tapahtuvat tulostinalueella ennen siirtymistä laitoksen lähettämöön.

### 2.1 Alueen laitteet

Automatisoidussa logistiikkakeskuksessa on paljon tärkeitä laitteita, näistä hyvänä esimerkkinä automatisoidut tulostimet, jotka pysähtyessään saattavat hetkellisesti jopa seisauttaa laitoksesta lähtevien lähetysten liikenteen.

Tulostinalueelle saapuvat lähetykset nostetaan lavojen päällä muista laitoksen kerroksista käyttäen pystykuljettimia, jotka luovuttavat lähetykset eteenpäin alueen lavakuljettimille. Tulostinalueen kuljettimet liikuttavat lähetykset alueen läpi aina tulostimille asti, jossa tulostin lisää osoitetarran lähetykseen. Osoitetarran tulostuksen ja lisäämisen jälkeen automaatiojärjestelmä kuljettaa lähetksen pois tulostinalueelta laitoksen lähettämöön asti.

Tulostinalue on jaoteltu useampaan paikalliseen ohjausryhmään, automatisoidun järjestelmän PLC (Programmable logic controller) kommunikoi sekä ohjaa näitä ryhmiä käyttämällä tietynlaisia kenttäväyliä. Tulostinalueen paikallisiin ohjausryhmiin kuuluu jokaiseen omat laitteensa, mutta tässä alueparannusprojektissa on pääkohteena paikallinen ohjausryhmä, johon kuuluu mm. alueen automatisoidut tulostimet.

#### Alueen tulostimet

Automatisoidulla tulostinalueella käytetään pääasiallisina tulostimina laitteita, jotka on toteutettu suurimmaksi osakseen servomoottoreilla ja pneumatiikkakomponenteilla. Automatisoidut tulostimet ovat pystymastoihin asennettuja hissejä, joita voidaan liikuttaa ylös ja alas servomoottoreiden avulla.

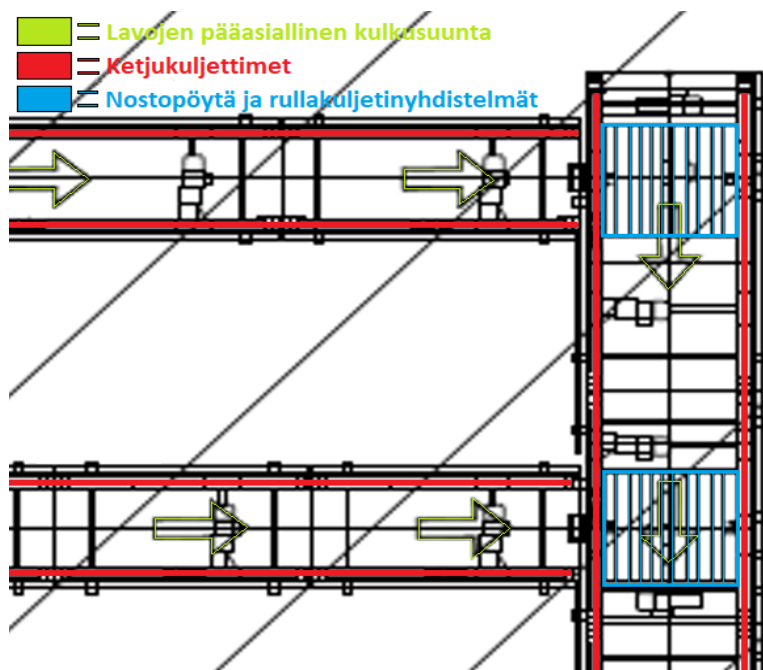


Pystymastoon asennettuun hissiin on rakennettu sisälle tulostinyksikkö, joka on toteutettu käyttäen pneumatiikka- ja elektroniikkakomponentteja. Tulostinyksikkö koostuu laitteistosta, joka käsittelee, tulostaa ja lisää osoitetarran valmiiseen lähetykseen. Tulostinyksikkö on varustettu pneumatiikkasyntereillä, joilla voidaan vaikuttaa sivuttaissuunnassa tarran tulostuskohtaan, pitittäissuunnan sylintereillä mahdollistetaan liike, jonka tarkoituksena on työntää tulostettu osoitetarra ulos tulostimesta ja lisätä se lähetyksen kylkeen.

### Alueen kuljettimet

Automatisoidun tulostinalueen kuljettimet ovat erilaisia sähkömoottorikäyttöisiä kuljetinvariaatioita, joita käyttämällä voidaan luoda alueelle kuljetinlinjasto, joka on kykeneväinen muuttamaan lavojen kulkusuuntaa linjastoilla kuljettamisen lisäksi.

Tulostinalueen kuljetinlinjastot rakentuvat pääasiassa ketjukuljettimista, nostopöydistä ja rullakuljettimista, joita käytetään liikuttamaan lavoja paikasta toiseen, näiden avulla voidaan luoda kuljetinlinjastoja, joita yhdistelemällä voidaan luoda kuljetinverkostoja laitokseen.



Kuva 1. Esimerkki kuljetinlinjaston risteyksistä.

Tulostinalueella ketjukuljettimia käytetään liikuttamaan lähetyksiä pääasiassa vain yhteen suuntaan. Nostopöytiä käytetään yhdessä rullakuljettimien kanssa, kun halutaan luoda esimerkiksi risteys ketjukuljettimen päähän, näin ollen voidaan muuttaa lavojen kulkusuuntaa tarpeen tullen. Kuvassa 1 on esimerkki kuljetinlinjaston risteyksistä, joiden avulla voidaan muuttaa lavojen kulkusuuntaa.

## 2.2 Automatisoitujen tulostimien edut

Automatisoidun logistiikkakeskuksessa on jatkuva materiaalivirta, lähetyksiä kerätään ja käsitellään laitoksessa jopa ympärivuorokautisesti, jolloin täytyy myös olla kapasiteettia ja nopeutta lähetystietojen käsittelyssä ja niiden lisäämisessä valmiisiin lähetyksiin. Automatisoitujen tulostimien avulla säästetään erittäin paljon aikaa, kun verrataan niiden nopeutta esimerkiksi manuaaliseen osoitetarran tekemiseen ja lisäämiseen, näin säästetään myös ihmisen tekemiltä virheiltä ja lähetykset päätyvät aina oikeisiin osoitteisiin.

Tulostinalueen automatisoidut tulostimet kykenevät tulostamaan ja lisäämään osoitetarran jopa sataan lähetykseen tunnissa. Automatisoidun järjestelmän tietokannassa on jokaisen lähetyksen tiedot, jotka tulostin saa aina käsitellessään lähetystä. Laitekäyttäjää tarvitaan alueella vain, kun tulostin on vikatilassa tai sen tarranauhamakasiinista on tarrat päässeet loppumaan.

Tulostimille lähetyksiä kuljettava linjasto on rakennettu siten, että kuljetinlinjasto kääntyy 90 astetta päästessään tulostimien luo. Tällä tavoitellaan sitä, että kun lava saapuu risteyskohtaan, kuljetinlinjaston ulkoreunoilla olevat tulostimet kykenevät saman aikaisesti tulostamaan osoitetarrat lähetyksen eri puolille. Automatisoitujen tulostimien toimiessa samanaikaisesti päästään eroon turhista pysähdyksistä alueen kuljetinlinjastolla.

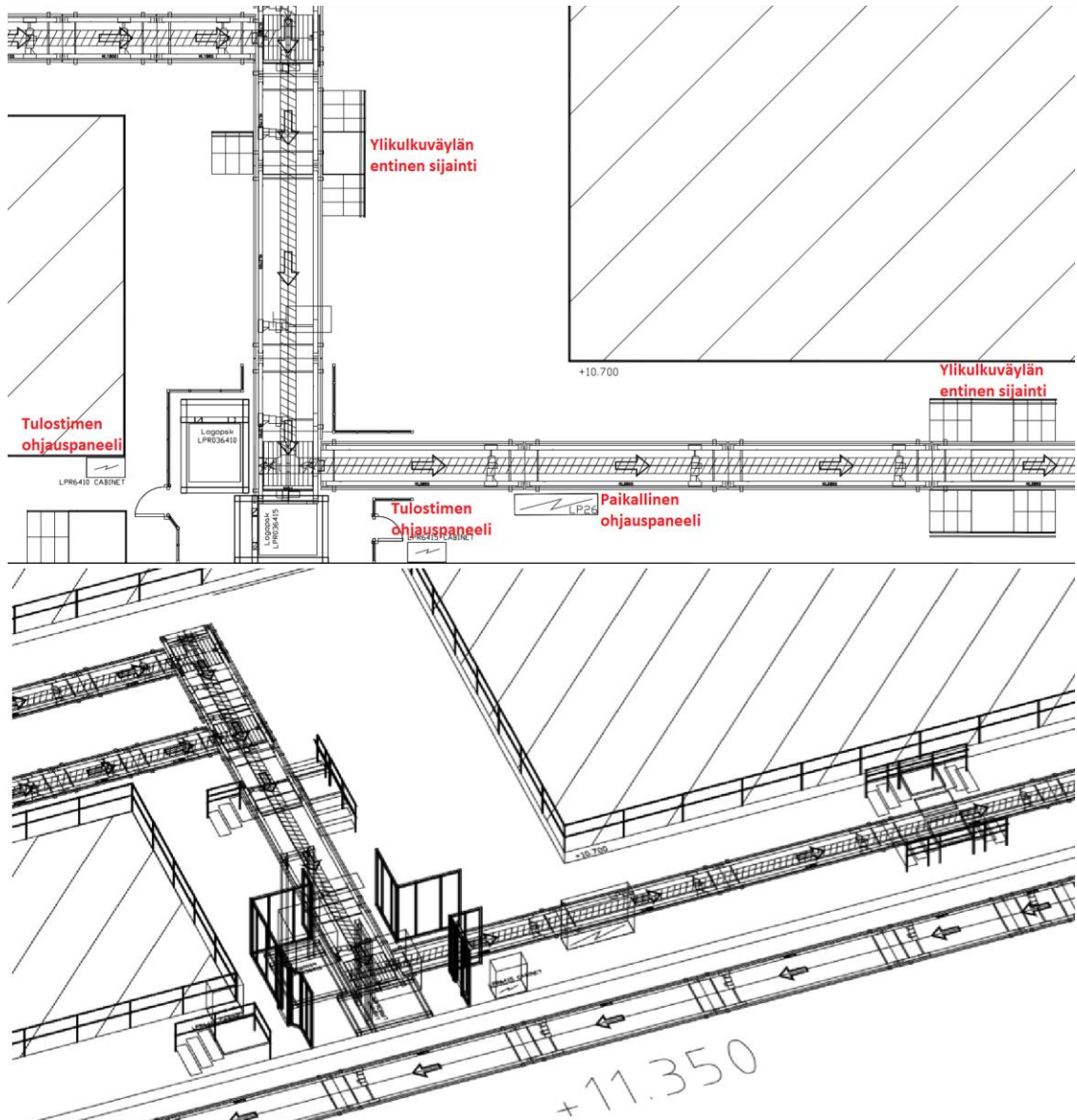
### 3 Alueparannustyön suunnittelu

Tulostinalueen alueparannusprojektin suunnitteluvaiheessa alueen hidasteet ja ongelmat selvitettiin sekä kartoitettiin tutkimustyön avulla. Tutkimustyössä tutkittiin automaatiojärjestelmästä kerättyä dataa sekä laitekäyttäjiltä ja kunnossapitoasentajilta saatua palautetta. Tutkimustyön yhteydessä automaatiojärjestelmästä kerätystä datasta selvitettiin päivittäisten laitevikojen määrä ja niiden keskimääräinen kesto.

Saadun palautteen sekä tiedossa olevien laitevikojen määrän ja kestojen perusteella, saatiin parempi kuva siitä, mihin laitekäyttöprosessissa kuluu eniten aikaa. Hidasteiden ja ongelmien ratkaisemiseksi täytyi kehittää ratkaisuja, jotka kehittivät sekä laitekäyttöprosessia että alueen materiaalivirtaa positiivisella tavalla.

#### 3.1 Tulostinalueen aikaisempi tilanne

Automatisoidun tulostinalueen lavakuljettimien ylikulkuväylät oli sijoitettu siten, että laitekäyttäjän täytyi kävellä pitkiä matkoja päästäkseen ensin paikalliselle ohjauspaneelille ja sieltä vikaantuneelle tulostimelle. Tulostimen vikatilanteen hoitamisen jälkeen laitekäyttäjän täytyi palata ohjauspaneelille kuitatakseen paikallisen ohjausryhmän automaattitilaan, jonka jälkeen hänen täytyi käydä vielä erikseen kuittaamassa jokainen tulostin takaisin toimintaan tulostimien vieressä olevista paneeleista. Tulostinalueen aikaisempi tilanne on esitettyä kuvassa 2.



Kuva 2. Tulostinalue ennen alueparannusprojektia.

Laitekäyttöprosessin, materiaalivirran ja tulostinalueen vikojen keston kannalta prosessi täytyi saada optimoitua, jotta laitekäyttäjän olisi mahdollisimman helppo ja nopea hoitaa tulostimien operointia, näin ollen ehkäisten myös lähetysten turhaa viivästymistä.

Tulostinalueen vikojen indikointi laitekäyttäjille tapahtui aikaisemmin vaikeasti havaittavissa olevien LED-majakoiden ja kovaäänisen summerin avulla. Tulostimia operoivat laitekäyttäjät työskentelivät pääasiallisesti tulostinalueen alapuolella sijaitsevalla alueella, jossa on vaatimuksena kuulosuojaimien käyttö.

Kovaäänisestä summerista huolimatta laitekäyttäjällä saattoi kulua tilanteen mukaan paljon aikaa ennen tulostimien vikatilanteen huomaamista.

### 3.2 Alueen tavoiteltu tilanne

Automatisoidun tulostinalueen alueparannusprojektin pääasiallisina tavoitteina on lyhentää alueen vikojen kestoja sekä nopeuttaa ja helpottaa laitekäyttöprosessia. Näitä tavoitteita ajatellen alettiin suunnittelemaan mahdollisia ratkaisuja, joilla saadaan lyhennettyä alueen laitekäyttöprosessiin sisältyvää kävelymatkaa huomattavasti, pitäen kuitenkin turvallisuus etusijalla.

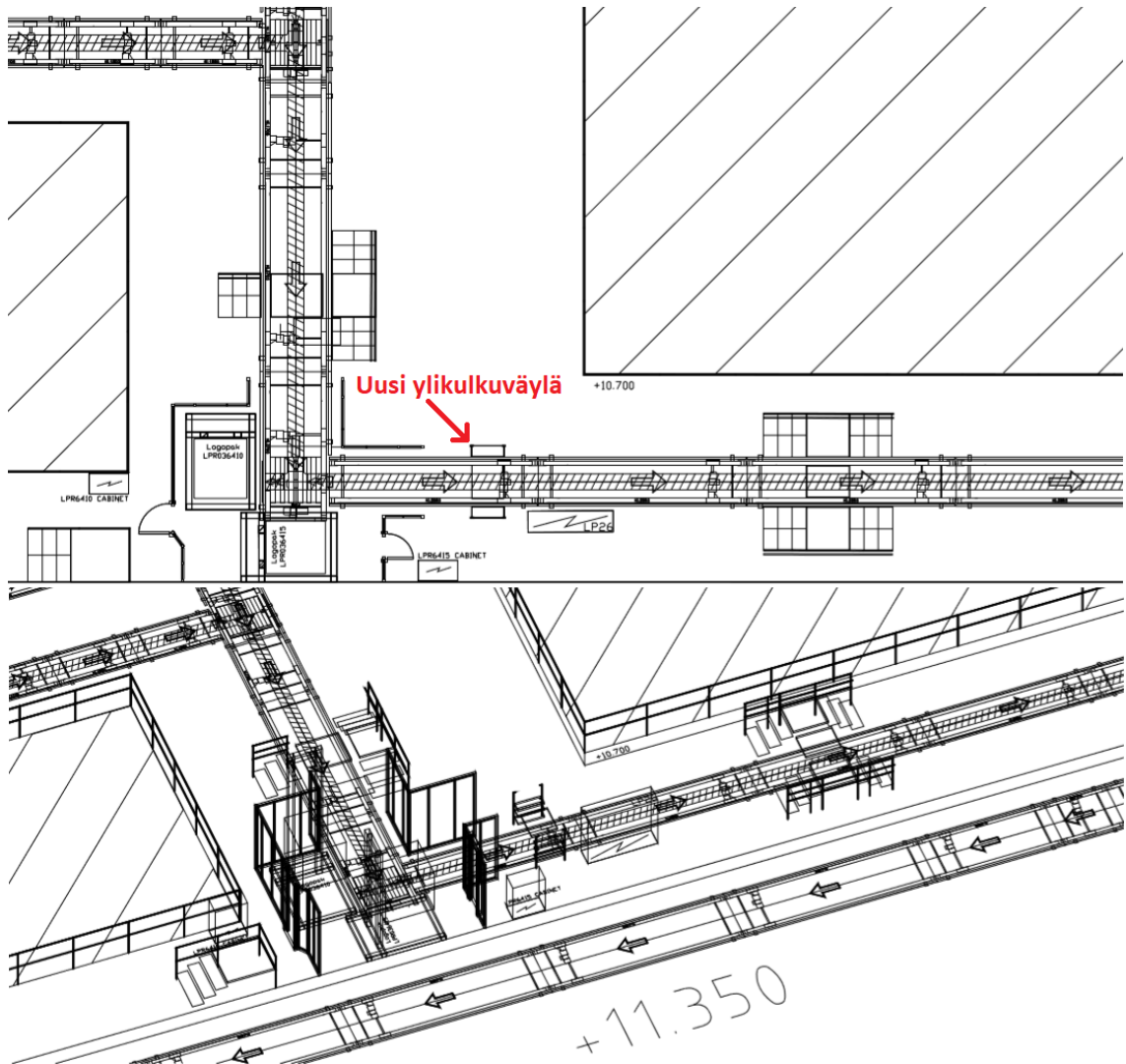
Tulostinalueella tapahtuvassa laitekäyttöprosessissa esiintyviä hidasteita päätettiin hoitaa esimerkiksi olemassa olevien kuljettimien ylikulkuväylien sijaintien muuttamisella ja yhdellä uudella ylikulkuväylällä. Hidasteiden hoitamiseksi suunniteltiin ja toteutettiin myös uusi tulostimien ohjauspaneeli, jotta laitekäyttäjän ei tarvitsisi erikseen kulkea tulostimien sekä paikallisen ohjauspaneelin välillä useaan kertaan. Tulostinalueen vikatilanteiden parempaa indikoimista varten päätettiin asentaa uudet valomajakat, joilla saataisiin laitekäyttäjien huomio kiinnitettyä herkemmin.

#### 3.2.1 Ylikulkuväylien sijoittelu

Tulostinalueella olevien lavakuljettimien ylikulkuväylien uudet sijainnit suunniteltiin ja piirrettiin alueen tasokuvaan Autodesk Architecture -ohjelmalla. Ylikulkuväylien sijaintien suunnittelussa täytyi ottaa huomioon turvallisuusvaatimukset ja väylien kiinnitysmahdollisuudet. Ylikulkuväylien asennus oli toteutettu siten, että väylän jalat oli kiinnitetty tässä tapauksessa liimalevy lattiaan ruuveilla ja väylän sivuprofiilit oli kiinnitetty ketjukuljettimen runkoon käyttäen sovitepaloja ja kiinnitysruuveja.

Ylikulkuväylien uudelleensijoittelua varten täytyi tarkastaa, salliiko ketjukuljettimen rakenne ylikulkuväylän kiinnittämisen haluttuun kohtaan ja oliko uuden sijoituspaikan välittömässä läheisyydessä rakennelmia, jotka aiheuttaisivat esimerkiksi kompastumisvaaran. Ylikulkuväylien uudelleensijoittelun ollessa mahdollista edellytysten täytyessä voitaisiin väyliä siirtää jopa viisi metriä lähemmäs tulostimia.

Kuvasta 3 nähtävien ylikulkuväylien lisäksi päätettiin lisätä yksi ylimääräinen tikasmallinen kuljettimen ylikulkuväylä lyhentämään laitekäyttöprosessissa tapahtuvaa kävelymatkaa entisestään.



Kuva 3. Uuden tikasmallisen ylikulkuväylän sijoituspaikka.

### 3.2.2 Tulostimien uusi ohjauspaneeli

Tulostinalueella tapahtuvaa laitekäyttöprosessia päätettiin nopeuttaa uudella tulostimien ohjauspaneelilla. Paneelin päätavoite oli mahdollistaa laitekäyttäjälle kaikki tulostimien laitekäyttöprosessissa tarvittavat toiminnot yhdestä paikasta.

Aikaisemmassa laitekäyttöprosessissa laitekäyttäjän täytyi käyttää paikallisen ohjausryhmän paneelin toimintoja pystyäkseen operoimaan alueella. Tämän paneelin tarpeelliset toiminnot oli mahdollista siirtää uuteen ohjauspaneeliin tekemällä olemassa oleviin kytkentöihin muutoksia.

Ohjauspaneelin suunnittelu lähti selvitystyöstä, jossa selvitettiin, mitkä kaikki toiminnot olisivat edempänä mainittujen lisäksi tarpeellista sisällyttää paneeliin. Selvitystyön aikana konsultoitiin laitekäyttäjiä ja Wiossin henkilökuntaa, jotta pystyttäisiin keräämään tarpeeksi palautetta ja toivomuksia ohjauspaneelin toiminnoista. Uuden ohjauspaneelin toivottiin mahdollistavan tulostimien käynnistämisen, pysäyttämisen ja tarvittaessa ohittamisen yhdestä paikasta.

Tarvittavien toimintojen selvitystyön jälkeen alkoi ohjauspaneelin suunnittelu ja tarvittavien osien kartoitus. Työn toimeksiantaja ei ollut antanut ohjauspaneelille erillisiä vaatimuksia ulkonäön tai koon suhteen, joten paneelin suunnittelu voitiin aloittaa sähköisessä muodossa ja suunnittelun ohessa valita tarpeeseen sopiva kotelo. Uusi ohjauspaneeli päätettiin suunnitella asennettavaksi jalustaan, joka kiinnitettäisiin tukevasti alueen liimalevylattiaan käyttäen puuruuveja.

Uuden ohjauspaneelin suunnittelussa tuli myös ottaa huomioon ohjauspaneelin käytännöllisyys ja se, että paneeli rakennettaisiin osista, joita saataisiin tilattua Wiossin olemassa olevilta tavarantoimittajilta.

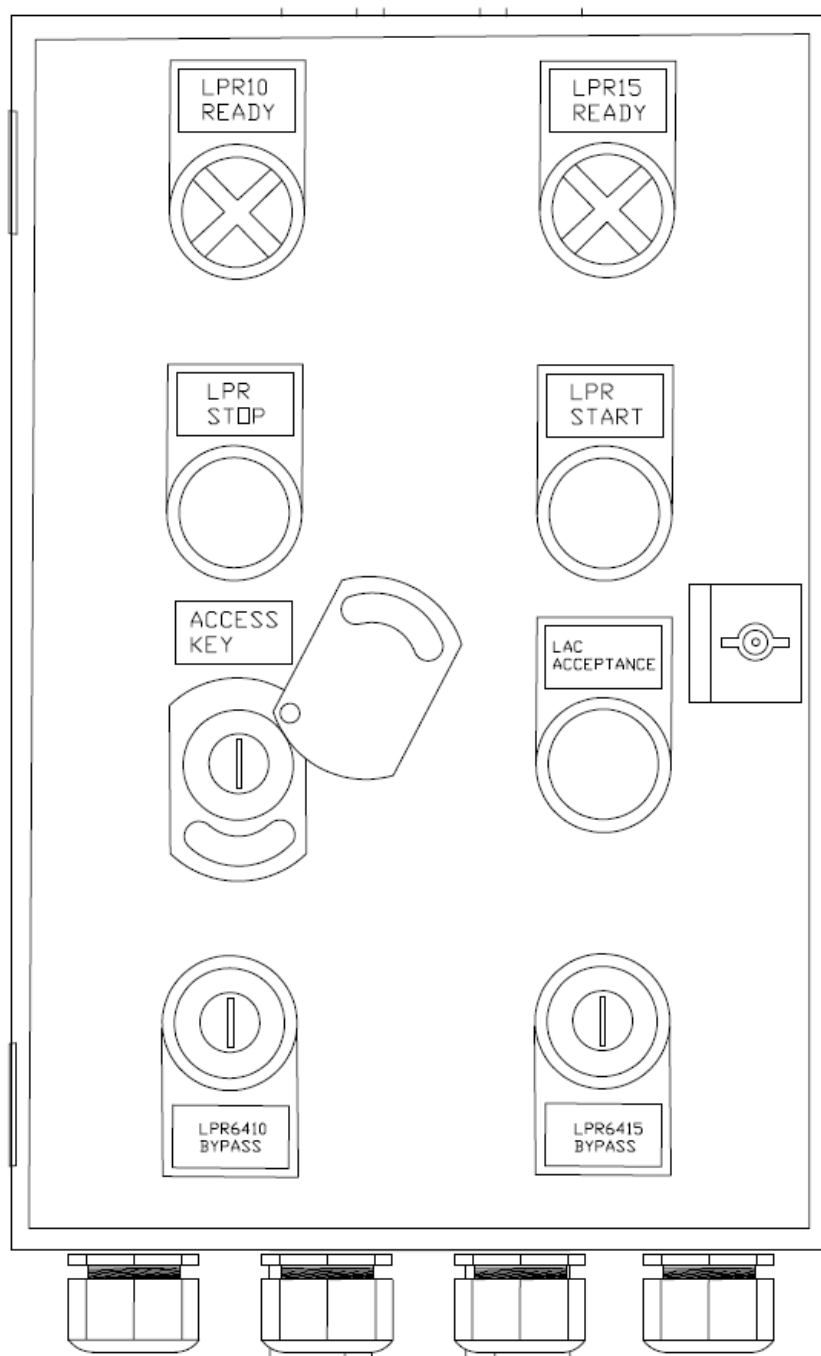
Tarvittavien toimintojen ollessa selviä ohjauspaneelin suunnitteleminen aloitettiin Autodesk Architecture -ohjelmistolla. Suunnittelun aikana todettiin, että paneeliin sisällytettävät toiminnot voitaisiin toteuttaa pelkästään erilaisten kytkimien ja LED-indikaattorien avulla. Suunnittelutyön edetessä alettiin etsimään sopivanlaista koteloa, johon uusi ohjauspaneeli rakennettaisiin. Tähän löydettiin sopiva esimerkkiratkaisu muualta automaatiojärjestelmästä, käyttötarkoitukseen valittiin Rittalin EB1554.500 e-box -malli.

Ohjauspaneeliin päätettiin sisällyttää toiminnot "LPR STOP" ja "LPR START", joilla voidaan sekä pysäyttää, että käynnistää alueen kaikki tulostimet samasta paikasta. Paneeliin päätettiin siirtää olemassa olevat tulostimien "LPR BYPASS" -ohituskytkimet, joilla mahdollistettaisiin tavarankuljetuksen liikkuminen ja lähetystarrojen manuaalinen tulostus käyttäen erillistä käsikäyttöistä tulostinta. Näin ollen, jos automatisoidut tulostimet vikaantuvat pitkäksi aikaa, laitekäyttäjä pystyisi paneelin ohituskytkimiä käyttäen siirtymään lähetystarrojen manuaaliseen tulostamiseen ja lisäämiseen.

Ohjauspaneeliin sisällytettiin LED-indikaattorit "LPRxx READY", jotka antavat visuaalisen merkin tulostimien toimintatilasta, LEDien ollessa pois päältä tulostimet eivät ole automaattitilassa, vaan ne ovat joko virhetilassa tai pysäytettyinä. Tulostimien ollessa automaattitilassa ilman virheitä LEDit ovat päällä.

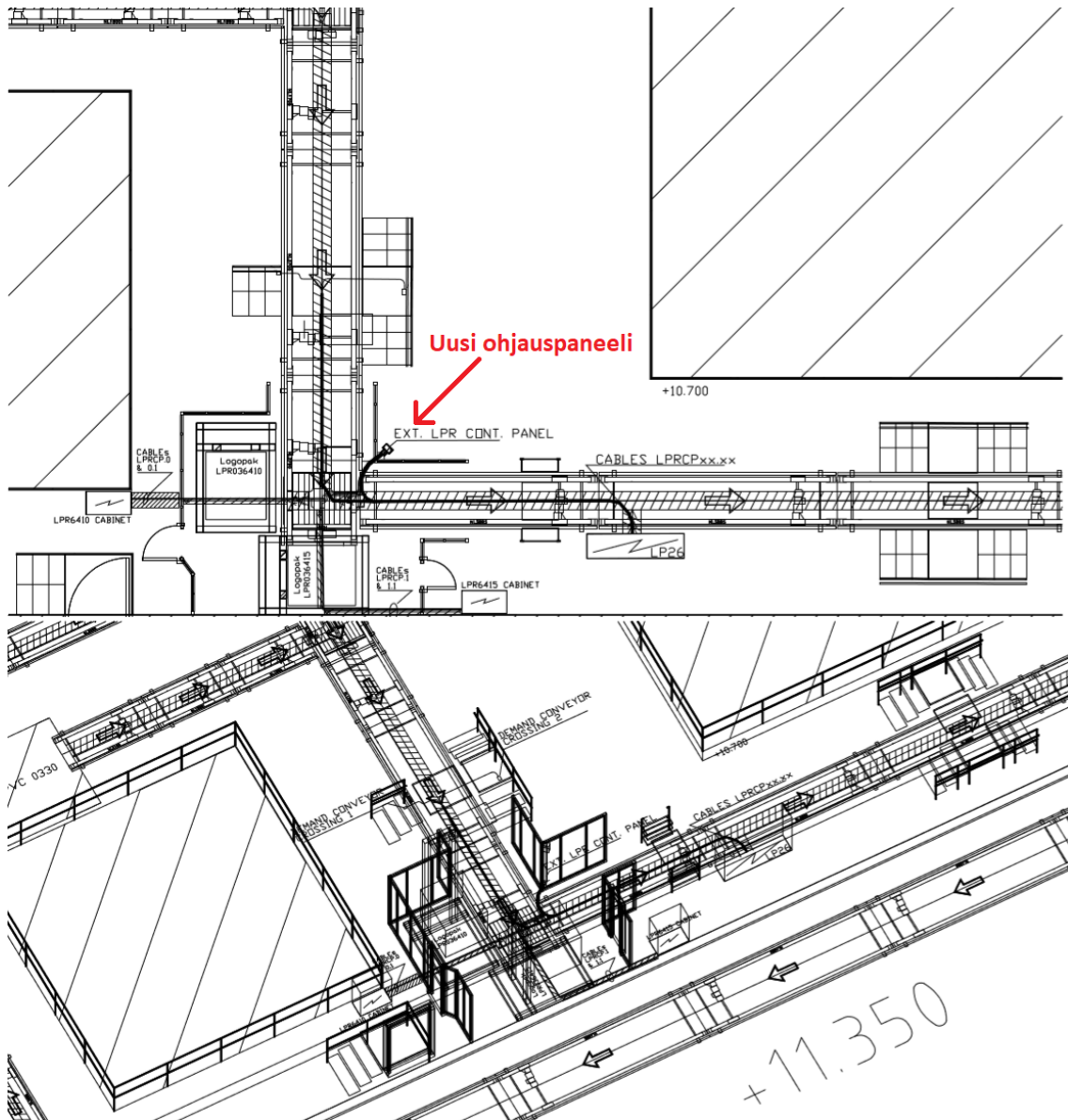
Uuden ohjauspaneelin myötä myös tarvittavat toiminnot paikallisesta ohjauspaneelistä täytyi siirtää uuteen ohjauspaneeliin. Näitä toimintoja olivat paikallisen ohjausryhmän virhetilan kuittauspainike "LAC ACCEPTANCE" sekä automatisoitujen tulostimien toimintatiloja rajaavan häkkikehikon ovien avain "ACCESS KEY". Kuvassa 4 esitellään uuden ohjauspaneelin käyttöliittymä kokonaisuudessaan suunnitelluilla toiminnoilla.





Kuva 4. Uuden ohjauspaneelin käyttöliittymä.

Uusi ohjauspaneeli päätettiin sijoittaa automatisoitujen tulostimien läheisyyteen siten, että sen luota on lähes yhtä lyhyt matka kummalle tahansa alueen tulostimelle. Kuljettimien ylikulkuväylien sijaintien muutosten sekä uuden ylikulkuväylän ja ohjauspaneelin lisäämisen myötä saataisiin vähennettyä laitekäyttöprosessissa kuluvaa aikaa huomattavasti. Kuvassa 5 on esitetty uuden ohjauspaneelin tarkka sijoituspaikka tulostinalueella.

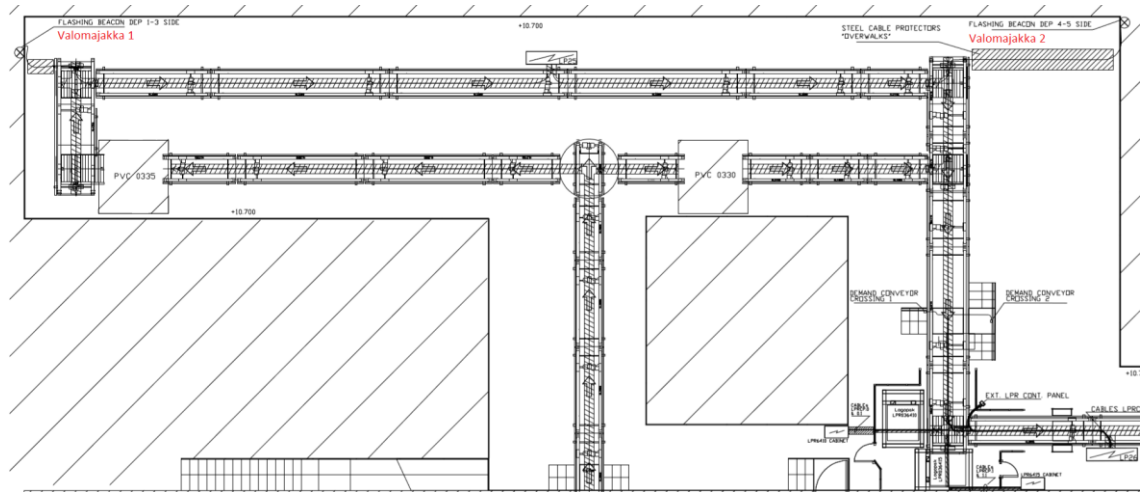


Kuva 5. Uuden ohjauspaneelin sijoituspaikka.

### 3.2.3 Tulostimien vikatilanteita indikoivat valomajakat

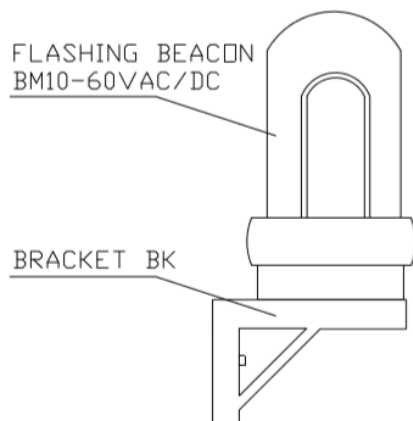
Tulostinalueen sijaitessa laitoksen kolmannella tasolla ja tulostimia operoivien laitekäyttäjien pääasiallisen työskentelypisteen sijaitessa laitoksen toisella tasolla, päätettiin alueparannusprojektissa myös suunnitella sekä toteuttaa uusien valomajakoiden asennus. Valomajakoiden tarkoitus oli antaa olemassa olevan summeri äänimerkin lisäksi myös vahva visuaalinen merkki, mikäli automatisoidut tulostimet olivat vikatilassa.

Valomajakoiden täytyi olla kooltaan sopivat, jotta ne voitaisiin helposti ja turvallisesti kiinnittää kuvan 6 mukaisesti tulostinalueen tason reunoihin. Valomajakoiden valotehon täytyi myös olla riittävä, jotta alemmalla tasolla toimivien laitekäyttäjien huomio saataisiin kiinnitettyä mahdollisimman tehokkaasti, mutta pitäen kuitenkin turvallisuus etusijalla, ettei valomajakoista seuraisi mahdollisia häikäistymisiä.



Kuva 6. Tulostimien vikatilanteita indikoivien valomajakoiden asennuspaikat.

Sopivaksi valomajaksi valikoitui kuvan 7 mukainen WERMAN valmistama Flashing Beacon BM 10-60VAC/DC CL -malli. Valomajakan valonlähteenä toimii Xenon-valaisin, jonka välähtelytaajuus on 1 Hz. Käyttökohdetta varten valittu valomajakka testattiin tulostinalueella käytännössä ennen varsinaista asennusta.



Kuva 7. WERMA Flashing beacon -valaisin telineellä.

Valomajakoiden testauksen yhteydessä kerättiin tulostinalueen alapuolella sijaitsevalla tasolla työskenteleviltä laitekäyttäjiltä palautetta majakoiden valotehokkuudesta ja sopivuudesta niiden tulevaan tehtävään. Valomajakoiden valotehokkuudesta kerättiin palautetta myös työn toimeksiantajan organisaation työntekijöiden keskuudesta. Kerätyn palautteen perusteella valomajakat sopivat niin valotehokkuutensa sekä mallinsa puolesta käyttötarkoitukseensa.

Valomajakoiden teknisiä tietoja verrattiin laitoksen osa-alueella käytettävien digitaalisten output -väyläkorttien teknisiin tietoihin ja niiden rajoitteisiin, jotta voitaisiin selvittää, pystyikö valomajakat kytkeä suoraan väyläkorttien vapaina oleviin lähtöihin.

Väyläkorttien lähtöjen nimellisvirraksi selvisi 500 mA per lähtö. Valomajakoiden toimissa 24VDC jännitteellä ja tarviten enintään 500 mA virtaa, valomajakoita pystyttiin täten laittaa päälle käyttäen jo valmiina käytössä olevan digitaalisen väyläkortin vapaina olevia lähtöjä. Valomajakoiden testauksen yhteydessä majakoiden virran kulutusta mitattiin ja tulokseksi saatiin 250 mA, kun majakoita testattiin kannettavan virtalähteen avulla.

### 3.3 Tarvittavien osien selvittäminen ja hankkiminen

Projektissa tarvittavien osien selvittäminen toteutettiin uusien rakennelmien suunnittelun yhteydessä. Projektin rakennelmien suunnitteluvaiheessa tutkittiin pääasiallisesti toimeksiantajayrityksen varaosakatalogia, jotta voitiin alkaa kokoamaan tarvittavien osien tilauslistaa yrityksen omilla varaosanumeroilla. Sähkö- ja yleistarvikeosien tarpeiden kartoittaminen pystyttiin tekemään ilman erillistä tutkimusta laitoksen automaatiojärjestelmässä, kun taas erikoisempien osien tarpeita varten täytyi tutkia jo valmiiksi olemassa olevia rakennelmia. Automaatiojärjestelmässä ei esimerkiksi valmiiksi esiintynyt samanaista ohjauspaneelia kuten projektissa oli suunniteltu, joten tiettyjen varaosien selvittäminen jäi omavaraisen tulkinnan sekä soveltamisen varaan.

Uusi tikasmallinen ylikulkuväylä päätettiin tilata esikoottuna työn toimeksiantajan tavaran toimittajalta.

Suunnittelutyön ollessa valmis toimitettiin tarvittavien osien lista työn toimeksiantajan varastohenkilökunnalle, jotta tarvittavat osat voitiin tilata tavarantoimittajilta suoraan paikalle laitokseen.

#### **4 Alueparannustyön suorittaminen**

Projektin työvaiheet suunniteltiin asetetun takarajan mukaisesti, projektin käyttöönotto-vaihe määriteltiin aloitusvaiheessa olevan kesäkuun 2019 alussa, jonka jälkeen käynnistettiin tulostinalueen 60 päivän mittainen seuranta periodi.

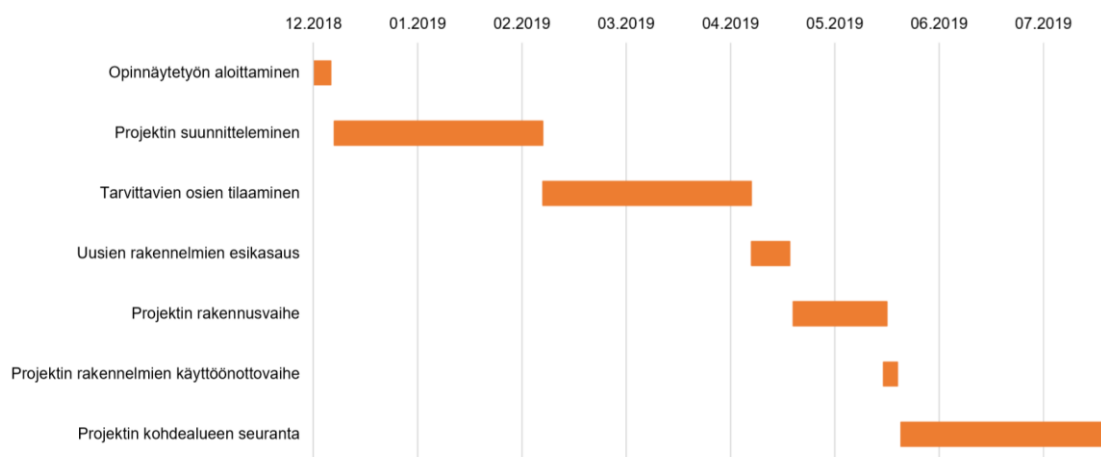
Projektin suunnitteluun ja varaosien tilaamiseen päätettiin käyttää riittävästi aikaa ja resursseja, jotta projektin rakennusvaihe saataisiin saatettua mahdollisimman vähäisellä määrällä ongelmia valmiiksi käyttöönotto-vaihetta varten. 60 päivää kestävässä suunnitteluvaiheessa tehtiin käytännön testejä automaatiolaitteistossa, kuin myös suunnitelmia tietokoneavusteisen piirtämisen avulla, jotta suunnitelmien toimivuudesta ja osa tarpeista voitiin olla varmoja. Tarvittavien osien tilaamiselle varattiin yhtä paljon aikaa kuin suunnitteluvaiheelle, tällä pyrittiin siihen, että kaikki tarvittavat osat olisivat käytettävissä heti esikasa- ja rakennusvaiheiden alettua.

Tarvittavien osien saavuttua aloitettiin rakennelmien esikasa, jota seurasi projektin rakennusvaihe. Näiden vaiheiden kestoksi suunniteltiin kokonaisuudessaan 35 päivää.

Projektin rakennusvaiheen päättymisen jälkeen varattiin 7 päivää rakennelmien käyttöönotto-vaihetta varten, jotta rakennelmien turvallisuudesta ja moitteettomasta toimivuudesta voitaisiin olla täysin varmoja. Käyttöönotto-vaiheen keston otettiin myös huomioon odottamattomien ongelmien ilmeneminen ja niiden hoitamisen kesto.

Projektin työvaiheiden selkeää aikataulutusta varten luotiin Taulukon 1 mukainen GANTT-kaavio.

Taulukko 1. Projektin aikataulu

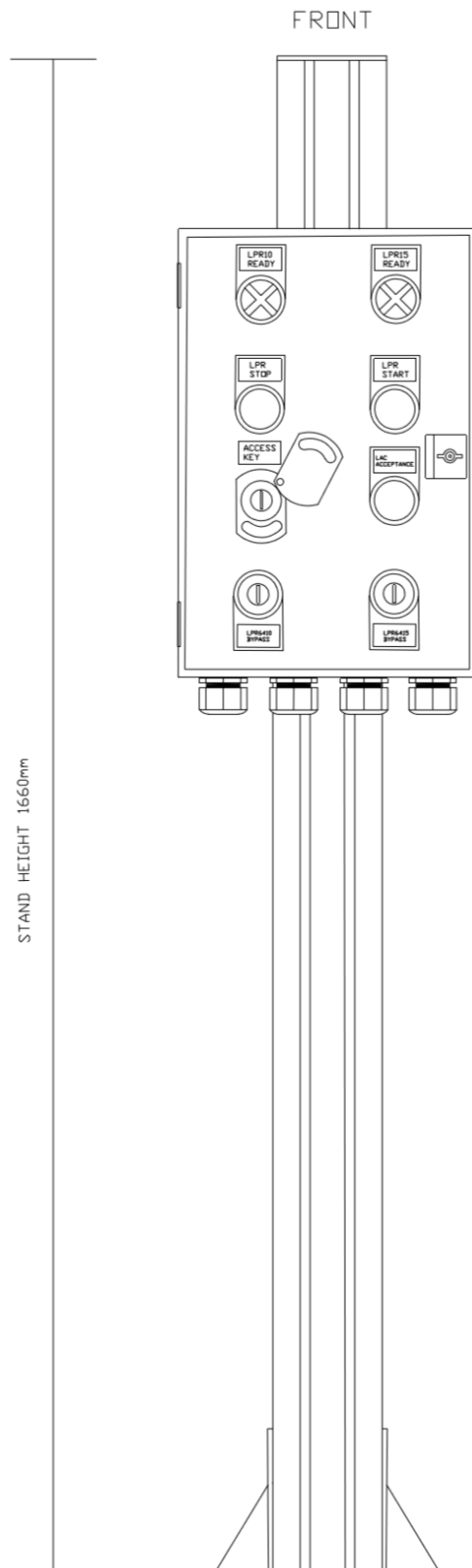


#### 4.1 Ohjauspaneelin esikasa

Ohjauspaneeli valmisteltiin laitoksen sisällä asennusvalmiiksi ennen automaatiolaitteistoon viemistä. Koska paneelin lopullinen sijoituspaikka oli tilaa, jossa metalliosia ei voinut työstää, täytyi rakennelman olla kytkentävalmis sen asennusvaihetta varten. Paneelin kokoamiseen sisältyi paljon metallin työstämistä ja käsittelyä työn toimeksiantajan työpajalla laitoksen sisällä. Metallitöiden yhteydessä valmistetut ja muokatut osat suojattiin ruostumiselta käyttäen korroosiolta suojaavaa peitespraytä, jotta voitiin varmistua osien pitkäikäisyydestä laitosympäristössä.

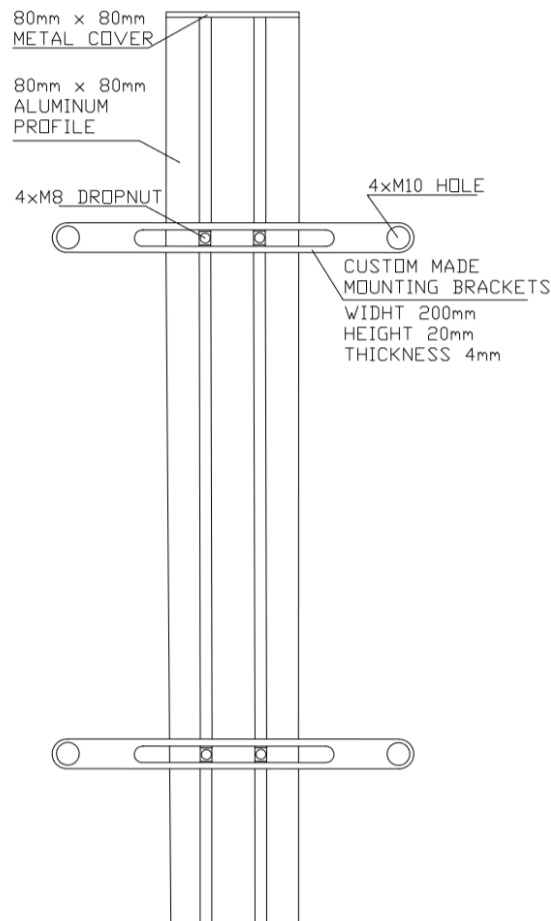
##### 4.1.1 Jalusta ja kiinnityslevyt

Ohjauspaneelin rakentaminen aloitettiin valmistamalla tarpeeseen sopiva jalusta. Jalusta koostui 80 mm x 80 mm:n alumiiniprofiilista ja erityisvalmisteisesta seisontatuesta. Alumiiniprofiilin ominaisuuksiin kuuluivat kuvassa 8 näkyvät liuku-urat, jotka kulkivat kaikilla profiilin puolilla koko matkalta, tämä oli olennainen ominaisuus rakennelman kannalta seisontatuen sekä kiinnityslevyjen kannalta. Jalustan korkeudeksi päätettiin 1660 mm, jotta paneelin korkeutta voitaisiin tarvittaessa muuttaa alumiiniprofiiliin sijoitettujen liuku-urien ansiosta.



Kuva 8. Uusi ohjauspaneelikokonaisuus edestä katsottuna.

Ohjauspaneelin jalustan alumiiniprofiiliin kiinnitystä varten suunniteltiin sekä valmistettiin käsityönä kuvan 9 mukaiset metalliset kiinnityslevyt. Paneelin kotelon takapuolella oli valmiina läpireiät, joita käytettiin mallina kiinnityslevyjä suunnitellessa. Kiinnityslevyjen suunniteltiin olevan 200 mm:n pituisia ja 20 mm korkeita, jotta levyt eivät jäisi näkyviin kotelon takaa asennusvaiheessa. Kiinnityslevyt päätettiin valmistaa 4 mm paksusta teräslevystä, jotka työstettiin vastaamaan suunniteltuja mittoja ja reikiä.



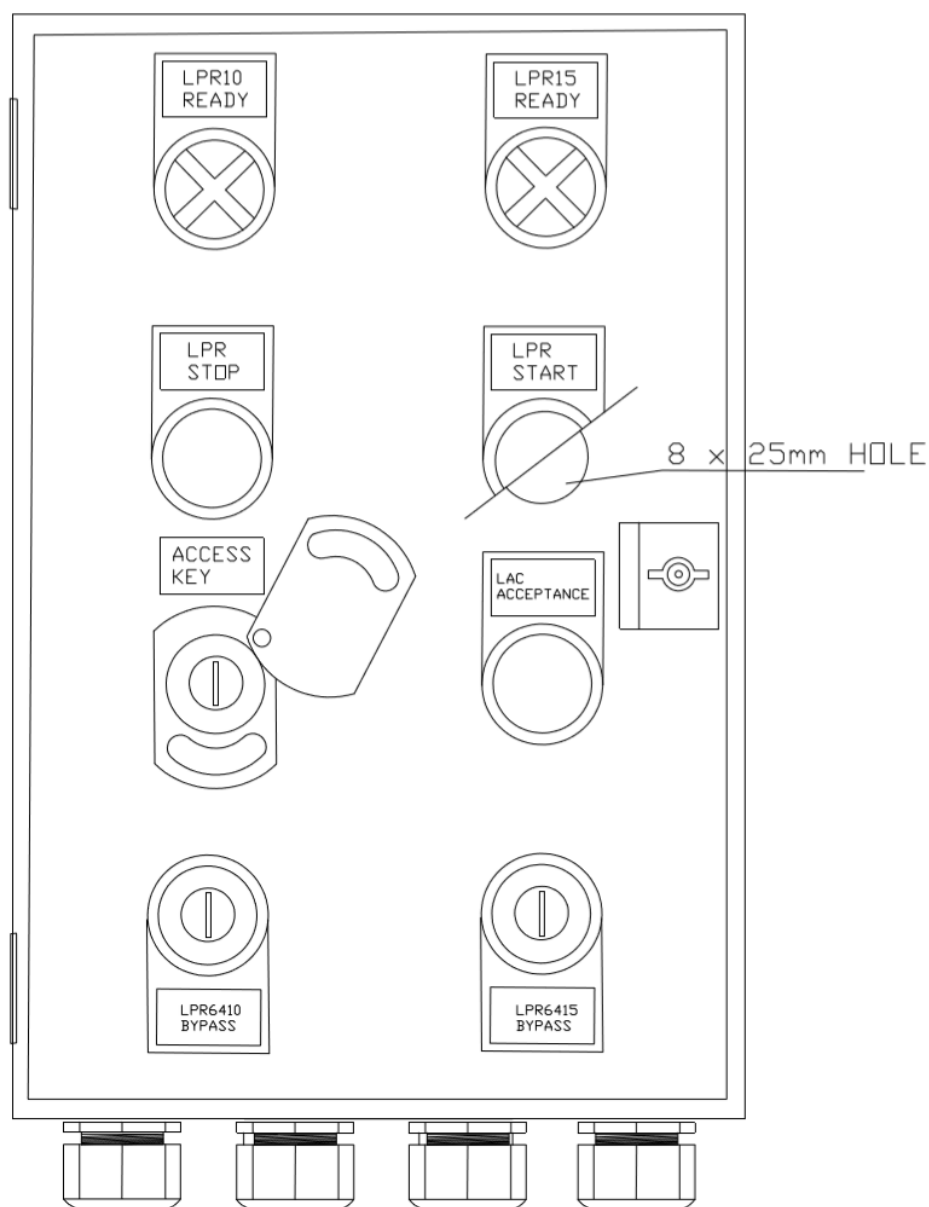
Kuva 9. Ohjauspaneelin kiinnityslevyt.

Alumiiniprofiilin avonaiseksi jääneeseen pätyyn työstettiin käsityönä 80 mm x 80 mm:n kansi samasta 4 mm paksusta teräslevystä, koska alumiiniprofiilin terävä pääty täytyi saada kosketusturvalliseksi. Valmistettuun kanteen tehtiin sopivat reiät, jotta kansi saatiin kiinnitettyä alumiiniprofiiliin tehtyihin kierteisiin käyttäen M10x20 -kupukantaruuveja.



#### 4.1.2 Kotelon valmistelu

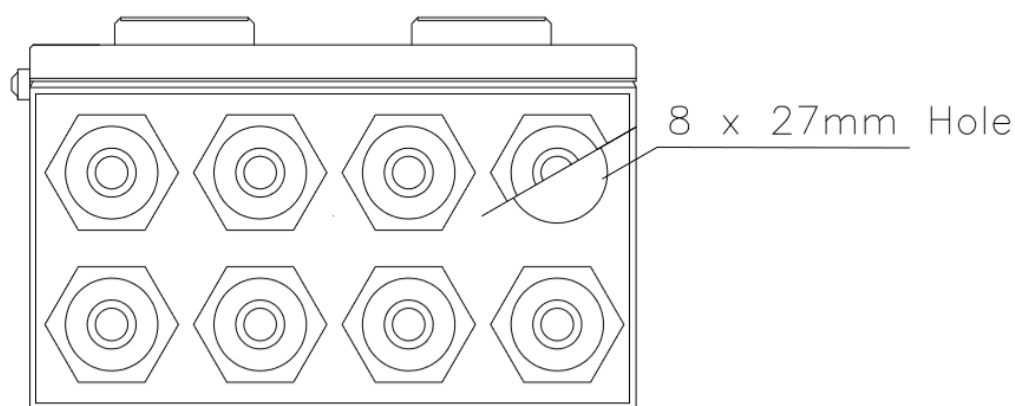
Ohjauspaneelia varten valitussa kotelossa ei ollut valmiiksi reikiä kaapeleiden läpivientejä tai sähkökomponentteja varten. Koteloon täytyi itse tehdä kuvan 10 mukaisesti sopivan kokoiset reiät reikäsahalla, jotta kaapeleiden läpivienti ja sähkökomponenttien asennus onnistuisi.



Kuva 10. Ohjauspaneelin valmistelu.

Ohjauspaneelin suunnitteluvaiheessa päätettiin käyttää M25 kokoisia vedonpoistajia, joten kotelon pohjaan täytyi tehdä halkaisijaltaan 27 mm olevat reiät. Kuvassa 8 on esitelty kotelon pohja ja vedonpoistajien sijoituspaikat kotelon pohjassa.

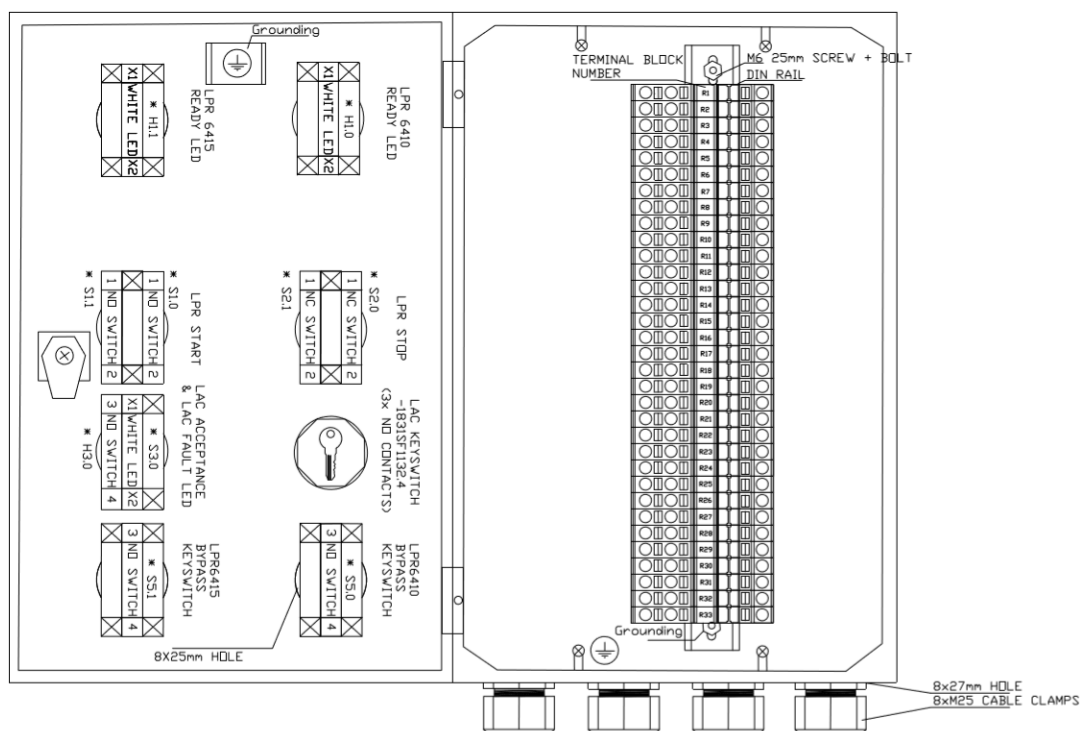
Kotelon kanteen sijoitettavien sähkökomponenttien läpiviennin koko oli M23, joten niille täytyi tehdä 25 mm reiät. Vedonpoistajissa ja sähkökomponenteissa oli kiinnitystä varten kierteet valmiina, mutta koteloon tehtyihin reikiin ei tehty kierteitä, vaan osien kiinnitys päätettiin tehdä muovisilla vastamuttereilla kotelon sisäpuolelta käsin.



Enclosure Rittal EB1554.500 e-box x 1  
 Cable clamps Skintop ST-M M25x1,5 x 8  
 Cable clamp locknuts Skintop GMP-GL-M x 8

Kuva 11. Ohjauspaneelin pohja.

Kotelossa ei ollut ennestään DIN-kiskoa riviliittimien asentamista varten, joten kotelon sisälle päätettiin sijoittaa 250 mm:n mittainen kisko. Kotelossa ei ollut suoraan valmiutta DIN-kiskon asentamista varten, joten kotelon sisäseinään tehtiin reiät kiskon ruuvikiinnitystä varten.

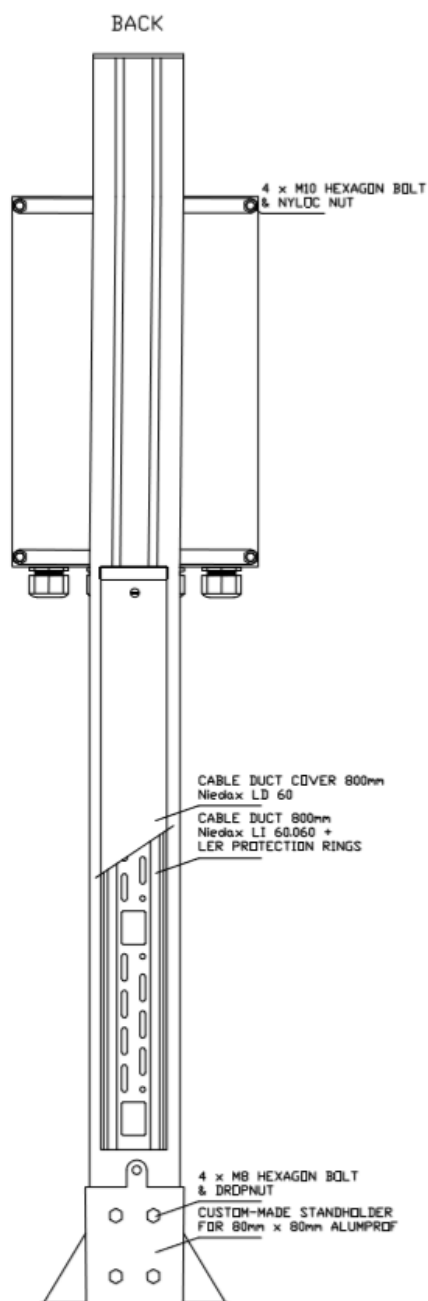


Kuva 12. Ohjauspaneelin sisältö.

Kotelo kalustettiin kuvan 12 mukaisesti tarvittavien muokkausten jälkeen, sähkökomponentit, riviliittimet ja vedonpoistajat lisättiin koteloon. Kotelon sisäiset maadoitukset kaapeloitiin valmiiksi kotelon sisällä, mutta esikytkentöjä sähkökomponenteille ei tehty vielä kokoamisvaiheessa, vaan ne päätettiin tehdä kokonaan ohjauspaneelin asennusvaiheessa. Kotelon sisälle sijoitettiin myös tarrakiinnitteisiä kaapeliankkureita ja kaapelikäärmettä, helpottamaan ohjauspaneelin asennusta ja pitämään kaapelit turvallisemmin paikoillaan laitosympäristössä.

#### 4.1.3 Kokonaisuuden kasaaminen

Ohjauspaneelin kokonaisuuden osien valmistuttua, aloitettiin paneelin kokoonpano. Kotelo kiinnitettiin kiinnityslevyihin käyttäen M10 -kuusioruuveja ja nyloc -muttereita, jonka jälkeen kotelo asennettiin kiinnityslevyjen avulla alumiiniprofiiliin käyttäen M8 -salmiakkipaloja ja M8 -kuusioruuveja. Jalustan seisontatuki kiinnitettiin alumiiniprofiiliin käyttäen samantyyppisiä salmiakkipaloja ja kuusioruuveja. Alumiiniprofiilin avoimeksi jääneeseen pätyyn kiinnitettiin itse valmistettu metallinen suojalevy käyttäen M10 -kupukantaruuveja.

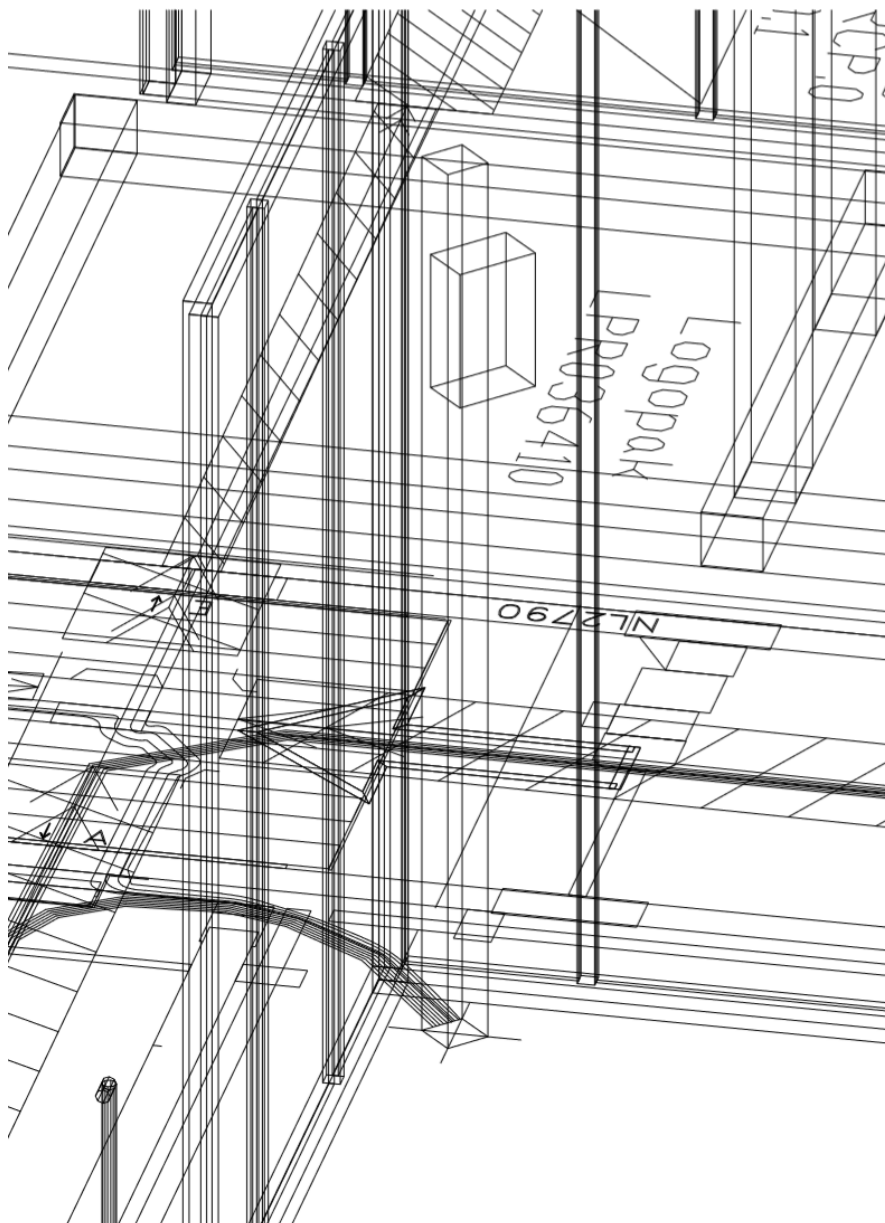


Kuva 13. Uusi ohjauspaneelikokonaisuus takaapäin katsottuna.

Ohjauspaneelin esikasauksen valmistumisen lähestyessä päätettiin jalustan takapuolelle lisätä kuvan 13 mukaisesti metallinen kaapelikouru suojaamaan ohjauspaneeliin tuotavia kaapeleita. Kaapelikouru porattiin alumiiniprofiiliin kiinni käyttäen M8x25 -poraruuveja.

## 4.2 Uuden ohjauspaneelin asentaminen

Esikoottu ohjauspaneeli kiinnitettiin jalustan seisontatuesta liimalevylattiaan käyttäen M10x25 -kuusiopuuruuveja. Kiinnitysvaiheessa ohjauspaneelin takana olevaan metalliseen häkkiin tehtiin sopiva reikä, jotta saataisiin tehtyä kulkureitti kaapeleille ohjauspaneelilta ennestään olemassa olevaan kaapelikanavaan.



Kuva 14. Uuden ohjauspaneelin asennuspaikka. Kuvassa näkyy ohjauspaneeli asennettuna tulostimien toimintatiloja rajaavan häkkiäidan kulmaukseen.

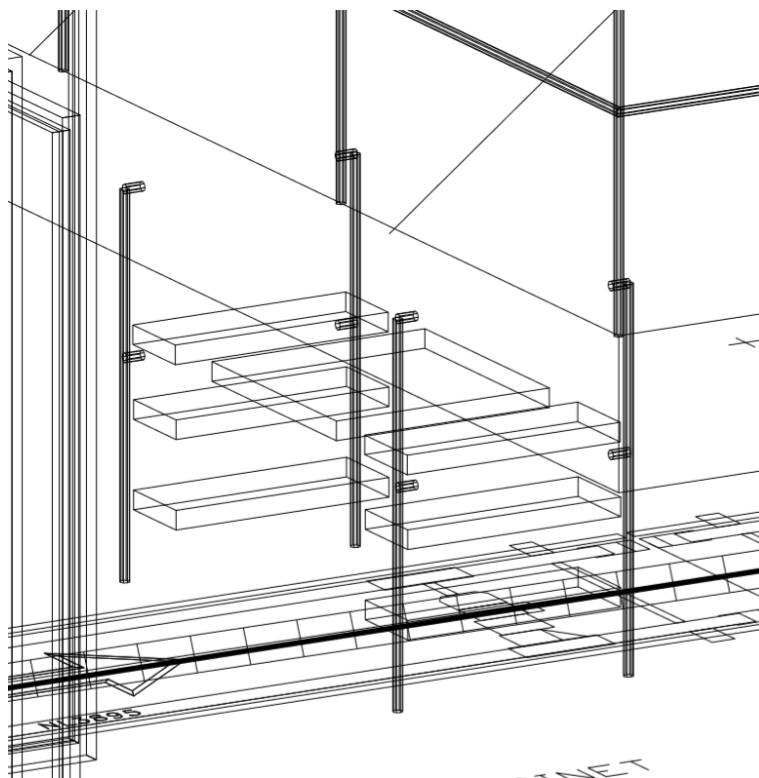
Ohjauspaneelia varten tarvittavat kaapelit vedettiin olemassa olevien kaapelikanavien sisällä paikallisen ohjausryhmän paneelin sekä automatisoitujen tulostimien sähkökaap-pien välille kytkentöjä varten. Vedettyjen kaapeleiden päihin kiinnitettiin keltaiset huomiokyltit, joissa ilmoitettiin kaapelin nimi ja osoite, jotta tulevaisuudessa ei olisi epäsel-vää, mikä kaapeli on kyseessä.

Ohjauspaneelin kytkennät suoritettiin kaapelivetojen jälkeen siihen pisteeseen, että lai-toksen tuotantokatkon aikana olisi mahdollista purkaa ja siirtää automatisoitujen tulosti-mien ohituskytkimet sekä tulostimien toimintatiloja rajaavan häkkikehikon avain tilapäi-sesti paneeliin toimivuuden testausta varten. Toimivuuden varmistuttua ohituskytkimet ja häkkikehikon avain palautettiin tilapäisesti alkuperäisille paikoilleen, jonka jälkeen oh-jauspaneeli jäi odottamaan lopullista käyttöönottoa.

#### 4.3 Ylikulkuväylien asentaminen

Olemassa olevia ylikulkuväyliä siirrettiin viisi metriä lähemmäs automatisoituja tulostimia. Ennen väylien siirtämistä tehtiin käytännön testejä, miten lavaliikenne kuljetinlinjastolla pysähtyi mahdollisen ruuhkan tapahtuessa. Ylikulkuväylät asennettiin siten, että myös ruuhkatilanteessa ylikulkuväylän läpi pääsi kävelemään turvallisesti, eikä lavat olleet py-sähtyneet väylien kohdalle.

Ylikulkuväylien kiinnitysvaiheessa kulkuväylien rappuset asennettiin kiinni tulostinalueen liimalevylattiaan käyttäen kuusiokantaisia M8x30 -puuruuveja. Ylikulkuväylien rappusten väliin asennettiin metallinen turkkilevy, joka kiinnitettiin ketjukuljettimien rakenteisiin käyt-täen olemassa olevia asennusprofiileja. Ylikulkuväylien rappuset kiinnitettiin myös ketju-kuljettimen tukirakenteisiin käyttäen sovitepaloja ja kiinnitysruuveja.



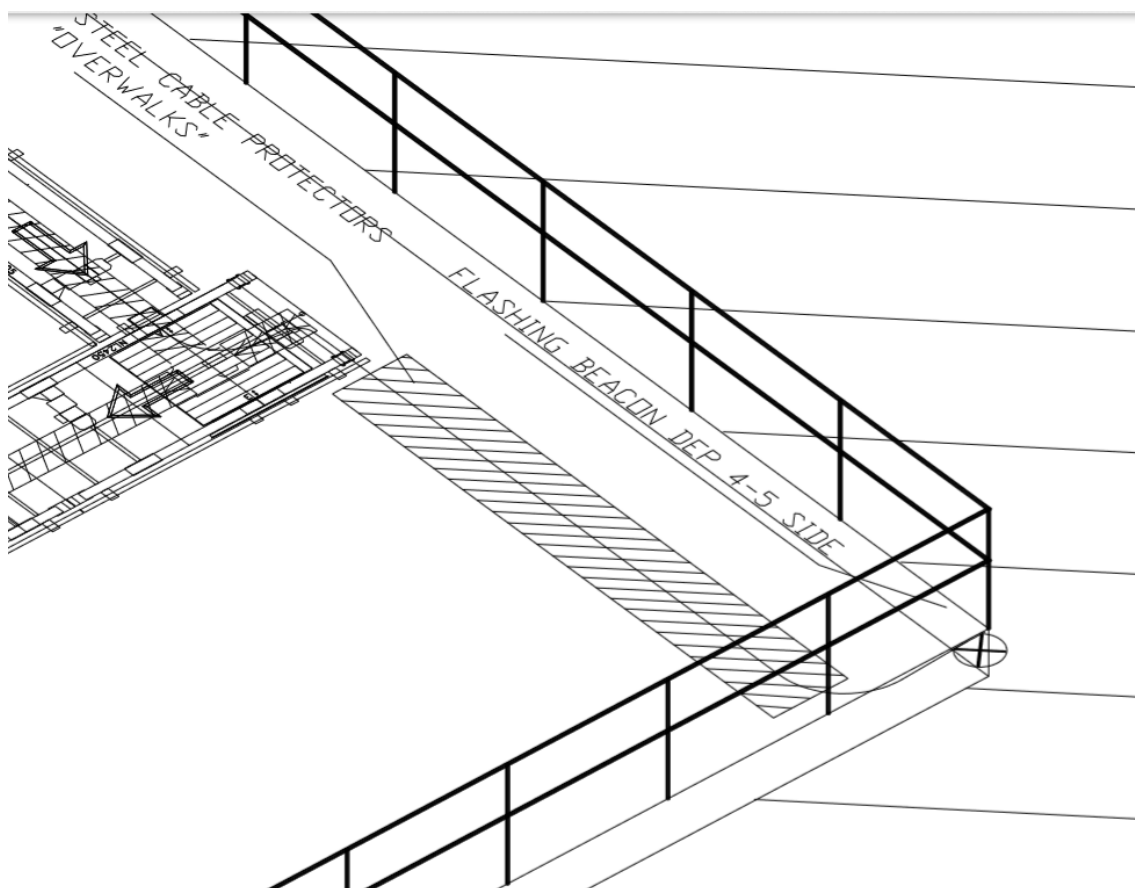
Kuva 15. Uusi tikasmallinen ylikulkuväylä.

Uusi tikasmallinen ylikulkuväylä saapui esikoottuna laitokseen, tälle täytyi kuitenkin tehdä paikan päällä tarvittavat muokkaukset, jotta väylä saataisiin asennettua turvallisesti paikoilleen. Ylikulkuväylän tikasosioon täytyi tehdä sopivat kiinnityspalat, jolla kiinnitettäisiin tikkaat kiinni ketjukuljettimen rakenteisiin. Kiinnityspalat tehtiin metallityönä työpajalla käyttäen 4 mm paksua teräslevyä.

Tikasmallisen ylikulkuväylän turkkilevyä varten ei saapunut valmiita asennusprofiileja, joten nämä täytyi tehdä myös metallityönä itse. Asennusprofiilit valmistettiin samasta 4 mm paksusta teräksestä, jotka kiinnitettiin ketjukuljettimien tukirakenteisiin käyttäen M10 -salmiakkipaloja ja M10x20 -kuusioruuveja, profiileihin tehtiin myös M6 -reiät kierteillä, jotta turkkilevyn kiinnittäminen onnistuisi M6x20 -uppokoloruuveilla.

#### 4.4 Valomajakoiden asentaminen

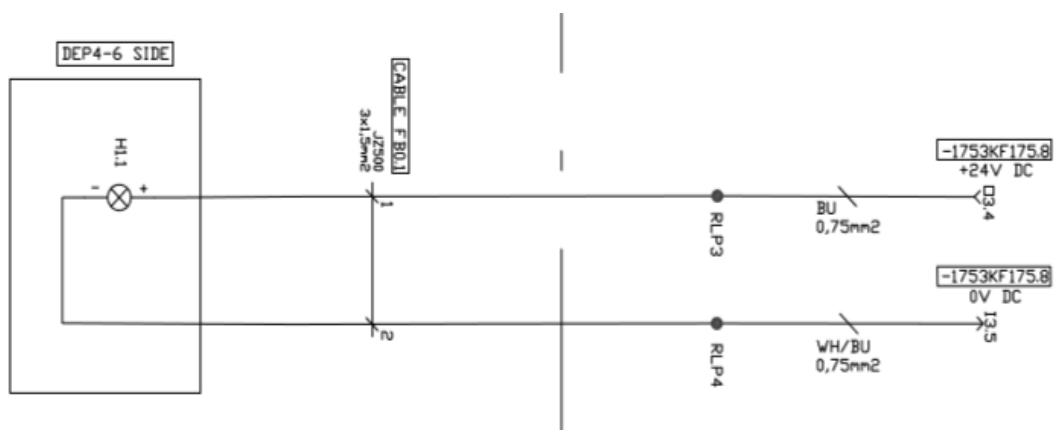
Valomajakat asennettiin kuvan 16 mukaisesti tulostinalueen lattiataason ulkoreunoihin käyttäen pallokantaisia 3,5 x 40 mm:n puuruuveja. Valomajakoiden asentamisvaiheessa varmistettiin, että niiden näkyvyys alueella työskenteleville laitekäyttäjille oli varmaa.



Kuva 16. Valomajakoiden asennus.

Valomajakoiden kaapelit vedettiin ennestään olemassa olevan kaapelikanavan kautta, mutta koska kaapelit joutuivat ylittämään kävelyreitin päästäkseen majakoille asti, suojattiin kaapelit metallista valmistetuilla suojalevyillä, jotka porattiin lattiaan kiinni käyttäen pallokantaisia puuruuveja.





Kuva 17. Esimerkkikuva valomajakoiden kytkennästä.

Valomajakoiden kytkennät toteutettiin suunnitelmien mukaisesti, majakat kytkettiin tulos- tinalueella sijaitsevan sähkökaapin kenttäväylämoduuleihin. Majakoiden ollessa kytket- tyinä mitattiin niiden ottama virta uudestaan pitkän kaapelin takia. Mittaustulos ei ylittänyt 500 mA, joten valomajakoiden sopivuus käyttötarkoitukseensa varmistui myös käytän- nössä.

#### 4.5 Logiikan ohjelmointi

Alueparannusprojektin aikana tehtyjen rakennelmien osalta täytyi tehdä logiikkaohjel- maan lisäyksiä, jotta kaikki rakennelmien toiminnot olisivat käytettävissä. Logiikan ohjel- mointi tehtiin Wiossin ammattilaisten toimesta Siemensin valmistamalla STEP7 -ohjel- mistolla.

##### Ohjauspaneelin toiminnot

Ohjauspaneelin toimintoja varten täytyi tehdä logiikkaohjelmaan lisäys paikallisen oh- jausryhmän virhetilan "LAC ACCEPTANCE" -kuittauspainiketta varten. Kuittauspainike ohjelmoitiin siten, että jos ohjausryhmä on virheessä, voitaisiin ohjausryhmä kuitata pai- niketta kerran painamalla takaisin automaattitilaan, mikäli ohjelma puolelle asetetut eh- dot täyttyvät. Kuittauspainikkeeseen sisällytetty LED-tilaindikaattori ohjelmoitiin vilkku- maan 500 ms:n syklillä, mikäli paikallisessa ohjausryhmässä olisi vika.

Ohjauspaneelin tulostimia ohjaavat toiminnot ja LED-tilaindikaattorit saatiin toteutettua pelkästään kytkentöjen avulla. Toimintoja tai tilaindikaattoreita varten ei tarvinnut tehdä ohjelmallisia muutoksia, koska ohjauspaneelin painikkeet ja tilaindikaattori kytkettiin tulostimien olemassa olevien toimintojen ja tilaindikaattorien kanssa väyläkortteihin joko sarjaan tai rinnan.

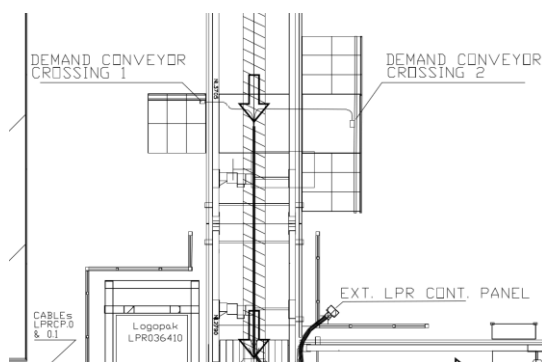
Tulostimien "LPR BYPASS" -ohituskytkimien osalta oli jo valmiiksi tehty logiikkaohjelma, sillä ne olivat olemassa ja käytössä jo ennen alueparannusprojektia.

### Valomajakat

Tulostimien vikatilaa indikoivat valomajakat määriteltiin ohjelmapuolella aloittamaan välkkyminen 10 sekunnin päästä, mikäli tulostimien paikallinen ohjausryhmä ajautuisi vikatilaan. Valomajakoiden välkkymisen päätettiin loppuvan joko aikakatkaisun avulla tai silloin kun uudesta ohjauspaneelistä käännettäisiin "LAC ACCESS KEY" -avain pois päältä. Valomajakoiden turha välkkyminen esimerkiksi tuotantokatkojen aikana saatiin estettyä näillä ehdoilla.

### Ylikulkuväylän ylityspainikkeet

Ylikulkuväylien siirtämisen ja lisäämisen takia tehtiin myös niiden osalta uusi turvallisuus-selvitys työn toimeksiantajan organisaation toimesta. Selvityksen tuloksena päätettiin lisätä yhteen ylikulkuväylään painikkeet, joilla voidaan pysäyttää ylikulkuväylän keskellä kulkeva lavaliikenne ylikulkuväylän kummalta puolelta tahansa.



Kuva 18. Lavaliiikenteen pysäytyspainikkeet.

Painikkeiden tarkoitus on pysäyttää lavaliikenne hallitusti kuljettimen turvallista ylikulkua varten. Lavaliikenteen pysäyttämistä testattiin kaikissa mahdollisissa tilanteissa, jotta ylikulkuväylän turvallinen ylittäminen olisi taattua lavaliikenteen volyymistä riippumatta.

Kuvan 18 ylikulkuväylän kohdalla olevalla ketjukuljettimella on erilaisia "load" -käskyjä, tarkoittaen sitä, että eri "load" -käskyä käyttämällä järjestelmä voi päättää, haluaako se esimerkiksi kuljettaa lavaa eteenpäin, peruuttaa sitä taaksepäin vai tehdä molemmat tarvitsemassaan järjestyksessä.

Ylikulkuväylän kulkureitin reunoissa oli valokennoanturit lavaliikenteen takia. Ylikulkupainikkeet ohjelmoitiin siten, että painiketta painaessa lavat pysähtyvät ylikulkuväylän molemmin puolin jättäen kulkureitin vapaaksi niiden väliin. Painikkeet ohjelmoitiin toimimaan jokaisella "load" -käskyllä ja vapauttamaan lavaliikenne jälleen liikkeelle, kun painiketta painettaisiin uudelleen.

Ylityspainikkeisiin sisällytettiin LED-tilaindikaattori viestimään painikkeen käyttäjälle siitä, onko turvallinen ylikulku mahdollista ja onko lavaliikenne varmasti pysähtynyt. Tilaindikaattori ohjelmoitiin toimimaan siten, että painiketta ensin painettaessa indikaattori alkaa vilkkumaan, millä tarkoitetaan sitä, että lavaliikenteen pysäyttämiskäsky on aktiivisena. Tilaindikaattorin lopettaessa vilkuttamisen ja alkaessa palamaan stabiilina, lavaliikenne on pysähtynyt täysin ja ylikulkuväylän käyttäminen on turvallista. Tilaindikaattorin ollessa kokonaan pois päältä lavaliikenne ei ole pysäytettynä.

#### 4.6 Turvallisuus

Alueparannusprojektin aikana tehdyistä muutoksista tiedotettiin työn toimeksiantajan sekä laitekäyttäjien yrityksien sisällä. Tätä varten tehtiin erilliset dokumentit, jotka lähetettiin molemmille tahoille läpikäytäväksi organisaatioissaan.

Tulostinalueen laitekäyttöprosessin muututtua tehtiin uutta ohjauspaneelia varten käyttö- ja turvallisuusohjeet, jotka käytiin läpi laitekäyttäjien keskuudessa. Ohjeet kiinnitettiin myös ohjauspaneelin välittömään läheisyyteen, jotta laitekäyttäjän tai huoltomiehen olisi ne helppo lukea ennen paneelin käyttöä.

Projektin aikana tehdyistä muutoksista tehtiin työn toimeksiantajan organisaation toimesta kokonaisuudessaan turvallisuusselvitys, jonka tarkoituksena oli määritellä, täytykö johonkin ominaisuuteen tai tekijään tehdä muutoksia.

#### 4.7 Sähkökuvien päivitys

Alueparannusprojektin aikana tehtyjen rakennelmien ja muutosten takia täytyi automaatiojärjestelmän olemassa oleviin kytkentöihin ja näin ollen myös sähkökuviin tehdä muutoksia. Sähkökuvien muutoskuvat ja uudet kuvat toteutettiin ennen projektin rakennusvaihetta käyttäen AutoCAD MagiCAD -ohjelmistoa.

Sähkökuvien muutoskuvat ja uudet kuvat hyväksyttiin työn toimeksiantajan organisaation toimesta, jonka jälkeen tehdyt kuvat toimitettiin päivitettäväksi Witronin tietokantaan. Sähkökuvien päivittäminen oli alueparannusprojektin kannalta erittäin tärkeää, koska kytkentöjen muututtua ei voitaisi esimerkiksi mahdollisissa laitteiston vikatilanteissa luottaa ennestään olemassa oleviin sähkökuviin.

#### 4.8 Käyttöönotto

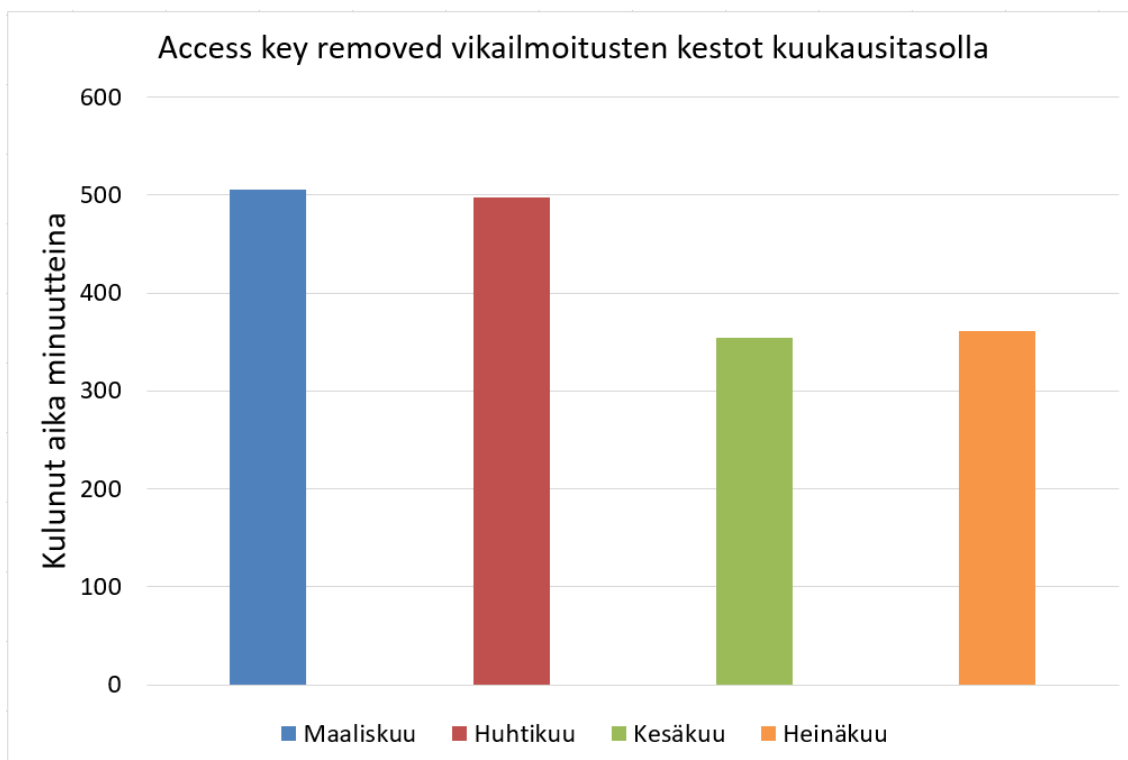
Alueparannusprojektin aikana rakennettujen kokonaisuuksien käyttöönotto tehtiin vaiheittain. Rakennusvaiheessa keskeneräiset työt oli merkitty erillisillä huomiokylteillä, joissa ilmoitettiin käyttökiellosta yhdessä työn tarkoituksen ja keston kanssa. Ennen rakennelmien käyttöönottoa täytyi olla varmuus niiden turvallisuudesta ja toimivuudesta. Tutkimukset rakennelmien turvallisuudesta ja toimivuudesta suoritettiin yhdessä työn toimeksiantajan organisaation ammattilaisten kanssa. Rakennelmien läpäistessä tutkimukset, voitiin ne ottaa laitoksen tuotantoon käyttöön ja aloittaa alueen seuranta tehtyjen muutosten osalta.

## 5 Alueparannustyön tuomat muutokset

Laitekäyttöprosessia tarkastellaan kuvan 19 avulla kuluneena aikana kuukausitasolla. Tarkasteltaviksi kuukausiksi valittiin kaksi kuukautta ennen alueparannusprojektin rakennelmien käyttöönottoa ja kaksi kuukautta projektin rakentamisen jälkeen. Alueparannusprojekti käyttöönotettiin toukokuun aikana, joten sitä kuukautta ei otettu kaavioon mukaan. Kaaviota varten kerätystä datassa ei huomioitu tuotantokatkoista johtuvia pitkiä vikailmoituksia, kun alueella tehtiin huoltoja tai siivouksia.

Tulostinalueen materiaalivirran volyymit vaihtelivat tarkasteltujen kuukausien osalta, ennen alueparannusprojektia alueen kuormitus lavaliiikenteen osalta oli vähäisempää kuin projektin rakentamisen jälkeisinä kuukausina, jolloin alueella oli huomattavasti suurempi materiaalivirta johtuen sesonkiajan suuremmasta tuotannosta. Alueen materiaalivirtojen poiketessa toisistaan kuukausitasolla saatiin tarkempia tuloksia projektin vaikutuksesta, koska projektin jälkeiset kuukaudet olivat alueelle tuotannon ja materiaalivirran näkökulmasta suurempia ja edeltävät kuukaudet pienempiä.

Access key removed -vikailmoitus generoidaan automaatiojärjestelmässä, kun tulostimia rajaavan häkkiäidan ovien ”LAC ACCESS KEY” -avain irrotetaan sen lukkopesästä. Tämän vikailmoituksen keston perusteella voidaan luoda kuvan 19 mukainen tilasto kuvaamaan laitekäyttäjän kuluttamaa aikaa, joka kuluu laitekäyttöprosessissa kuukausitasolla. Vikailmoituksen kestosta selviää, kuinka kauan laitekäyttäjällä on kulunut aikaa avaimen irrottamisen jälkeen käydä hoitamassa tulostimen vikatilanne ja kuitata paikallisen ohjausryhmän laitteet takaisin automaattitilaan.

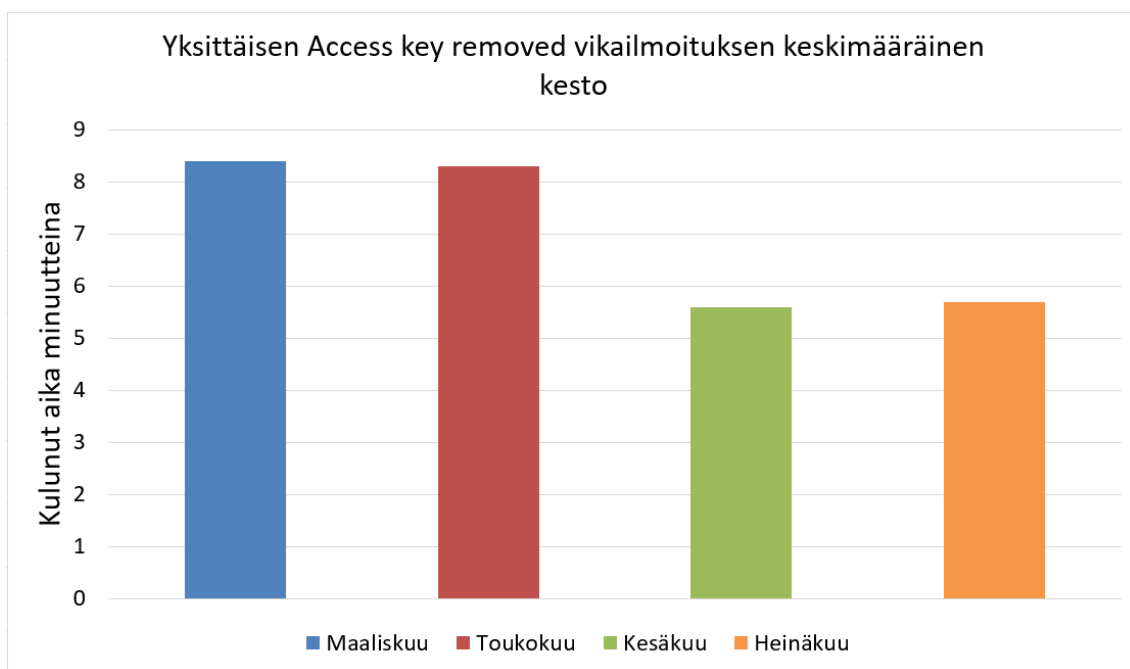


Kuva 19. Laitekäyttöprosessissa kulunut aika kuukausitasolla.

Kyseistä kaaviota tulkittaessa voidaan huomata, että kuukausitasolla laitekäyttöprosessiin kuluva aika saatiin laskettua alueparannusprojektin tuomien muutosten avulla yli kaksi tuntia. Vaikka tarkastellut kuukaudet ennen ja jälkeen alueparannusprojektin poikkesivat toisistaan huomattavasti materiaalivirran ja tuotantolukujen kannalta, kuvasta huomataan, että vaikka projektin jälkeisissä kuukausissa oli suuremmat tuotantoluvut, alueparannusprojektilla oli selvä vaikutus laitekäyttöprosessissa kuluvaan aikaan. Laitekäyttöprosessin nopeutuminen vaikuttaa myös tulostinalueelta poistuvien lähetysten volyymiin pitäen materiaalivirran tasaisempana.

Kuvassa 19 esitettyjen lukujen vertailukelpoisuus voidaan siis todeta uskottavaksi, alueparannusprojektin rakennusvaiheen jälkeisinä kuukausina alueen kovempi materiaalivirta ja suuremmat tuotantoluvut vaativat laitekäyttäjältä enemmän huomiota ja toimenpiteitä liittyen tulostimiin. Ennen projektin rakennusvaihetta materiaalivirran ja tuotantolukujen ollessa pienempiä alueen tulostimet eivät vaatineet laitekäyttäjältä huomiota tai toimenpiteitä yhtä paljon kuin projektin rakennusvaiheen jälkeisinä kuukausina.

Laitekäyttöprosessissa kuluva aikaa tarkastellaan ennen ja jälkeen alueparannusprojektin myös yksittäisten vikailmoitusten kestojen näkökulmasta, vikailmoitusten kesto on esitetty seuraavassa kaaviossa kuukausitasolla. Kuvan 20 avulla selviää, kuinka paljon laitekäyttäjällä kuluu keskimäärin aikaa hoitaa tulostimien laitevika.



Kuva 20. Yksittäisen laitevian hoitamiseen kuluva aika.

Kuvassa kuvataan kulunutta aikaa minuutteina, joka laitekäyttäjällä kuluu tulostimen yksittäisen laitevian hoitamiseen. Kuvaa tulkitsemalla selviää, että alueparannusprojektin avulla yksittäisen laitevian hoitamiseen kuluva aikaa saatiin pienennettyä jopa yli kahdella minuutilla.

Laitekäyttöprosessissa kuluva aikaa vikailmoitusten kestoja tulkitsemalla voidaan todeta alueparannusprojektilla olleen positiivinen vaikutus tulostinalueen laitevikojen kestoon, laitekäyttöprosessiin ja materiaalivirtaan. Näin ollen voidaan myös todeta projektille asetettujen tavoitteiden saavuttaminen.

## 6 Yhteenveto

Opinnäytetyö koostui pääasiassa suunnittelusta ja käytännöstä, alussa käsiteltiin automatisoidun tulostinalueen laitekäyttöprosessia yleisesti sekä käytiin läpi sen hidasteita ja suunniteltiin ratkaisuja alueen parantamiseksi. Suunnitteluvaiheen tutkinta toteutettiin tietokoneavusteisella suunnittelulla ja palautteen keräämisellä logistiikkakeskuksen sisäisesti. Opinnäytetyön päätavoitteena oli suunnitella, toteuttaa ja dokumentoida alueparannusprojekti kokonaisuudessaan, jossa osana toteutusta ja dokumentointia tehtiin erilaisia tiedostoja käytettäväksi pelkästään työn toimeksiantajan organisaatiossa.

Alueparannusprojektin tarkoituksena oli parantaa tulostinalueen laitekäyttöprosessia entisestään. Projektin tuomien muutosten avulla saatiin huomattavasti vähennettyä laitekäyttöprosessissa kulutettua aikaa ja näin ollen myös parannettua tulostinalueen materiaalivirtaa yleisesti. Projektin avulla saatiin myös tehostettua tulostinalueen vikatilanteiden indikointia laitekäyttäjille, uusien valomajakoiden avulla saatiin kiinnitettyä laitekäyttäjien huomio entistä nopeammin, joka osaltaan myös palvelee alueen materiaalivirran ylläpitämistä.

Työn suunnittelun ja fyysisen suorittamisen lisäksi dokumentoitiin muutokset ja projektin aikana rakennetusta ohjauspaneelista tehtiin valmiuskuvat, joita pystyttäisiin tarpeen vaatiessa hyödyntämään myös muualla laitoksessa.

Alueparannusprojekti saatiin toteutettua mahdollisimman pienellä budjetilla, käyttäen hyväksi kaikkia rakennelmia ja osia, joita oli mahdollista ottaa käyttöön toteutusvaiheessa tehdyssä vanhojen rakennelmien purkamisessa.

Alueparannusprojektin aikataulussa pysyttiin hyvin, projekti saatiin toteutettua määräaikaan mennessä, vaikka tarvittavien osien toimitusajat vaihtelivat.

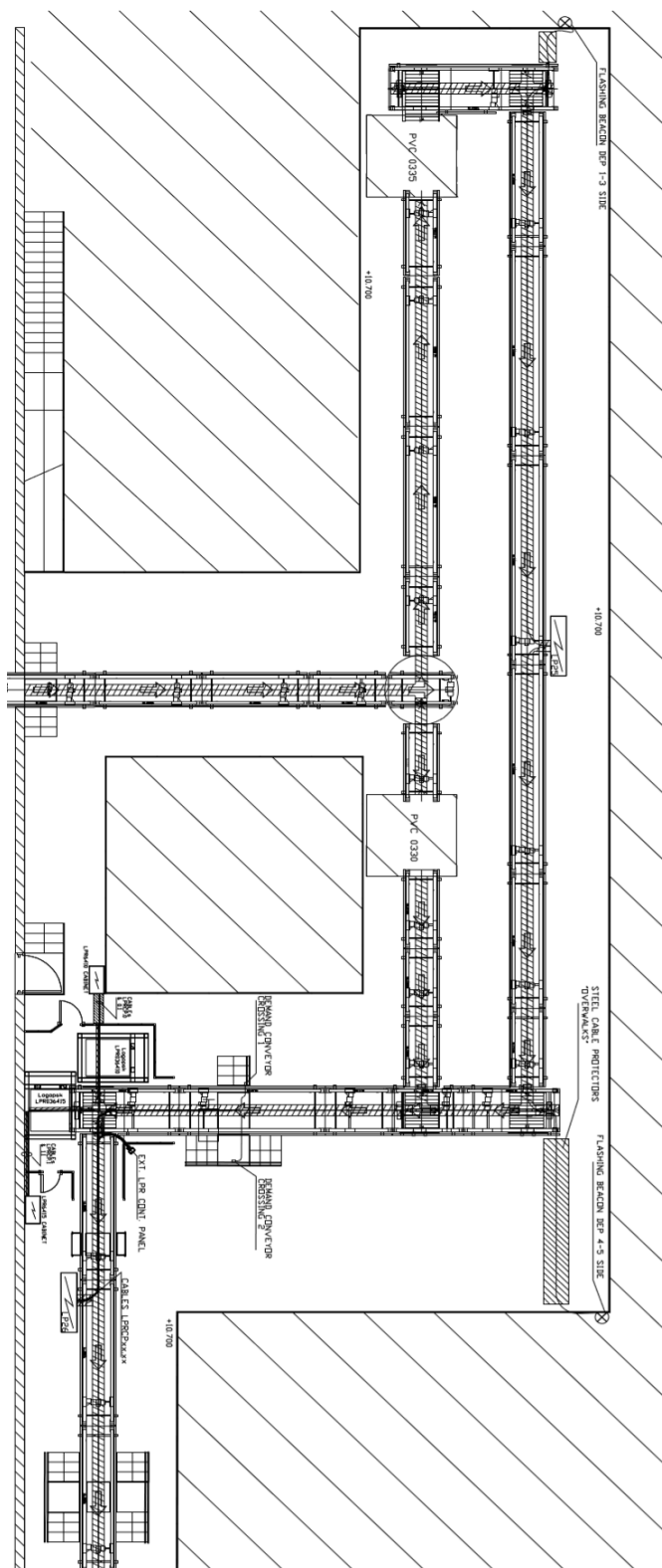
Opinnäytetyön tekeminen oli kokonaisuudessaan opettavainen kokemus, jossa pääsi soveltamaan opittuja taitoja ja tietoa käytännön tekemiseen. Tulevaisuuden kannalta opinnäytetyö oli hyödyllinen, alueparannusprojektin aikana suunniteltuja ja toteutettuja rakennelmia voidaan rakentaa käytettäväksi muualla laitoksessa tehtyjen valmiuskuvien ja dokumenttien ansiosta.



## Lähteet

Witron On Site Services organisaation sisäiset dokumentit.

Liite 1. Kokonaiskuva tulostinalueesta alueparannusprojektin jälkeen.



Liite 2. Kokonaiskuva uudesta ohjauspaneelistä.

